创新、工资与财富

为什么技术进步、财富增加，你的工资却止步不前

[美] 詹姆斯·贝森（James Bessen）◎著　刘洲◎译



The real connection between innovation, wages, and wealth

LEARNING BY DOING

从经济史及当下经济运行状况出发，探寻新技术如何影响普通劳动者的工资
以及社会如何以最佳方式迎接挑战

中信出版集团

VISIT...

LANZAROTE Caliente.com

创新、工资与财富

为什么技术进步、财富增加，你的工资却止步不前

［美］詹姆斯·贝森（James Bessen）◎著　刘洲◎译



The real connection between innovation, wages, and wealth

LEARNING BY DOING

从经济史及当下经济运行状况出发，探寻新技术如何影响普通劳动者的工资
以及社会如何以最佳方式迎接挑战

中信出版集团

版权信息

书名:创新、工资与财富：为什么技术进步、财富增加，你的工资却止步不前

作者:[美]詹姆斯·贝森

译者:刘洲

ISBN:9787508654522

中信出版集团制作发行

版权所有•侵权必究

序言

新技术的影响无处不在。我们使用卫星地图定位，用手机导航。有了物流、存货管理和柔性制造技术，超市的存货量是80年前杂货店的50倍，网上购物则让我们可以在一个更大的宝库中进行选购。大多数人在工作中使用的电脑，比几十年前的电脑强大好多倍，那时需要把它们存放在巨大的房间里，并且还专门配有空调。我们的工作改变了，交流方式改变了，创作方式改变了，娱乐方式也改变了——这一切改变都是新技术带来的。然而，技术的影响力似乎还未触及一个地方：我们的薪水。

这是今天一个很重要的悖论。从个人计算机革命开始，美国的薪资中位数就一直停滞不前。[注]信息技术甚至可能对许多白领不利，尤其是那些没有大学教育背景的。语音邮箱系统代替了接线员，自动柜员机能完成银行柜员的工作，计算机系统可以自行完成一系列日常文书工作。从事这些职业的人必须找到新工作，或学习新的技能才不会失业。此外，科技专家，如埃里克·布林约尔松和安德鲁·迈克菲还注意到，这些转变趋势正在加速。[注]

看起来似乎机器背叛了我们。在过去的200年里，技术使得发达国家普通工人的薪水大幅增长，甚至包括那些没受过职业教育的工人。综合通货膨胀因素，今天英国和美国工薪阶层的收入是200年前的十多倍，技术是这一增长的主要原因。[注]然而，同样是现在，技术导致许多普通工人失去工作，工资减少，但是高收入者的薪酬仍在大幅上涨。

更糟糕的是，一些人认为当前技术的影响预示着黑暗时代的来临。托马斯·皮凯蒂认为，当前的收入不均会让世代继承财富的现象变得更严重。[注]泰勒·考恩认为，新技术会导致未来只有受过高等教育或有专业技能的精英才能够得到工作。[注]

技术影响就业和工资，让受过教育的精英和普通人之间的贫富差距越来越大，这真的是我们正在经历的一场革命吗？实际上，我们之前有过类似的经历，过去和现在并没有什么大的不同。历史上有很长一段时

期，机器接管了工作任务，进步的技术并未给工人带来多大的经济收益。在工业革命最初的几十年里，虽然重大的新技术促进了人均产出大幅上涨，但工厂工资一直停滞不前。[注]财富被创造出来了，但都进了投资者、管理者和一些关键的熟练员工的口袋。利润增加了，不平等现象加剧，工人并未能获得多大收益。这种趋势的最终逆转发生在几十年之后，即使是没有受过教育的工人的工资也大幅上涨了，工人从新技术中获得了大量收益。

本书研究了经济史和当前经济，以了解新技术如何影响普通工人和社会应对挑战的最佳方式。可以肯定的是，今天的技术不同于过去的技术。然而通过研究历史，我们可以发现技术是如何提高普通工人工资的，以及为什么要耗时几十年才能实现这种增长。这种分析能够帮助理解如今仍可能在发挥影响的类似力量，并制定让普通工人再次从技术中获利的策略。

我将专注点放在技术如何影响普通工人工资上面，而不是皮凯蒂[注]等人研究的财富分配不均。这些问题互相关联，但又有明显区别。利润增长期工资的停滞不前会导致财富分配不均。然而，财富集中不一定会抑制工资增长。过去，在贫富差距严重的时期，技术也曾大大提高普通工人的工资。集中的财富对民主也是一种威胁。但推进减缓普通工人发展政策的既得利益者，并不是只有亿万富翁。财富分配不均这个问题很重要，但本书要研究的是技术如何影响普通工人。

我尤其认为，开发大规模推行新技术所需的知识和技能，是一个社会难题，需要很长时间才能解决。过去是这样，今天依然如此。然而，一旦解决了这个难题，大多数工人都会受益。[注]而要解决它，需要时间和适当的政策。

很多人没有认识到当前转型的复杂性和缓慢性，因为他们将技术与发明混为一谈，认为技能就是教育。一项新技术通常比一项新发明所需求的更多，新技术需要规划、建造、安装、操作，以及维护。最初，新技术知识大都开发缓慢，因为它要通过实践来习得，而不是在学校里就能学到。历史上，工人通过正式的培训，结合经验来获得技术知识。他们在工作中，通过“从实践中学习”，习得了很多重要的技术知识。正规和非正规的实验，加上与他人日常的沟通，让工人获得了新的技能和技术知识。[注]

过去，这样的技能甚至能让几乎没受过学校教育的工厂工人拿到相当于中产阶级的工资。在工作中学习对于今天以科学为基础的技术而言同样重要。医疗技术人员学习新的诊断技术，护士学习新的护理协议，办公室工作人员学习新的计算机系统，设计师学习新的网络标准。

当重要的新技术同时影响到许多行业，如19世纪的机械化或是今天的信息技术，培训大量工人就成了一个社会难题，尤其是在早期阶段。早期的技术知识通常过于零碎、含糊，在实现标准化的过程中不断变化。在实现标准化之前，课堂教育很难开展，劳动力市场也不太可能奖励在自我培训上投资的员工。没有稳健的市场和培训机构，大量的普通工人要从与新技术有关的技能中受益，可能需要几十年。

这些机构最终出现，在“技术生命周期”内改变着各种行为。几十年后，技术突然变得具有“分裂性”。那些一直集中在类似硅谷这样的地理集群的技术，扩散到了全世界。一些从事新技术工作的经验丰富的工人，终于等到了工资增长。

今天，许多职业正在经历这样一个过渡。尽管有人将其预言为一场灾难，但技术并没有整体取代工人，而是将他们放到了需要新技能的新工作中。但这些技能几乎在课堂上学不到，许多技能还没有实现标准化，在许多新的工作中，普通工人还看不到工资上涨。同时，雇主们又抱怨雇用不到足够多的拥有新技能的工人。技术正在拉大贫富差距，但情况不一定非得这样。

技术并非一定会毁掉中等收入阶层的就业机会。即使机器接管了人的工作，技术也会创造出社会对拥有新技能工人的需求。但技术不会保证普通工人能获得更多财富。结果取决于政策选择。从历史上看，美国的政策推进了新技术知识和技能在大量普通工人中的传播。美国的教育事业世界领先；在其他领域，政策旨在培养新技能并鼓励科技初创企业，包括影响政府采购政策，影响职业认证、员工流动、专利制度的政策。但今天，政策往往变得更有利于老牌公司和既得利益者，而不是推动新技术的发展和缩小贫富差距。既得利益长久以来一直在政策问题上针对新兴事物，金钱在政治中的作用变得越来越重要，导致政策向错误方向倾斜。

从历史上来看，在激励工人习得新知识这一点上，各个国家的主动程度各异，这也导致了它们经济实力的不同。这个区别使得一些国家受

益于新技术，变得更加富裕，另一些国家却受益有限。当前的经济停滞呼吁能推动广泛技术技能发展的政策。国家的繁荣取决于制度和政策，具体说来，取决于能否让普通公民获得技术知识，而且很大一部分要在工作中习得。

---

1. From 1979 to 2011, the hourly wage (Bureau of Labor Statistics usual weekly wage divided by average hours) adjusted for benefits (multiplying the wage by the ratio of total employee compensation to wage and salary accruals from the NIPA accounts of the Bureau of Economic Analysis) and for the cost of living (Consumer Price Index), grew only 0.2 percent per annum.Some economists contend that the CPI overstates inflation, in which case hourly wages would have risen by more.Also, note that because hours worked per household have increased, household income has not stagnated as much as the hourly wage.

2. Brynjolfsson and McAfee, Second Machine Age.

3. Clark, Farewell to films.

4. Piketty, Capital.

5. Cowen, Average Is Over.

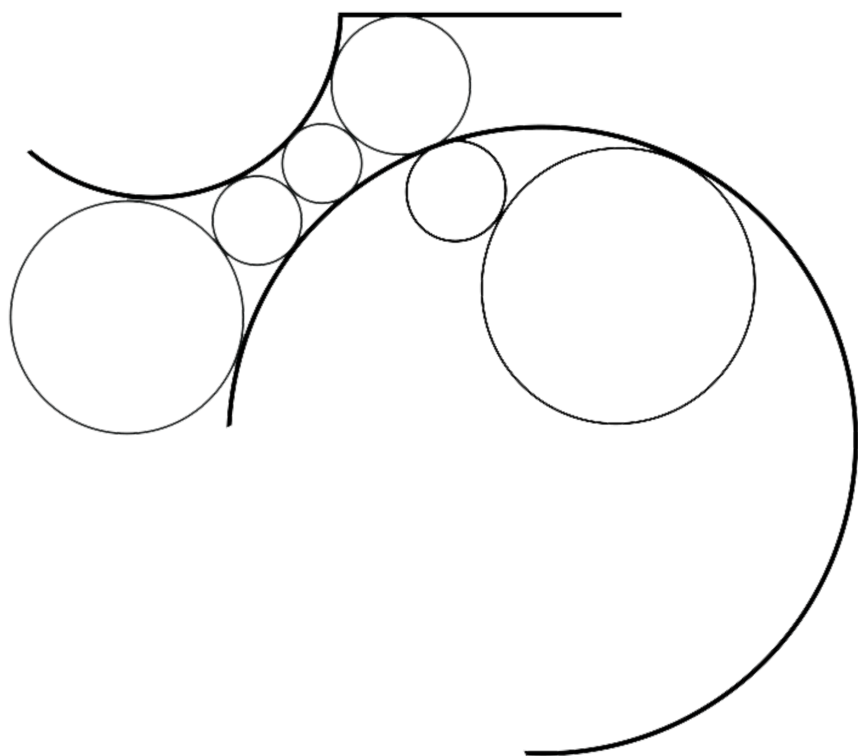
6. Allen, “Engels’ Pause.”

7. Piketty, Capital.

8. I build on the work of other scholars who have pioneered the subject of technical knowledge.Three of the most important economic historians to do so are Nathan Rosenberg, Joel Mokyr, and Paul David.See David, Technical Choice; Mokyr, Gifts of Athena; Mokyr, Enlightened Economy; and Rosenberg, Black Box.Management literature studies the role of knowledge in the firm; see Foray, Economics of Knowledge.Learning by doing has been seen to play a role in the economic theory of growth; see Arrow, “Economic Implications,” and Jovanovic, “Learning and Growth.” David Warsh tells the story of knowledge in economic growth theory; see Warsh, Knowledge.

9. Some economists use the term “learning by doing” in a narrow sense to connote a very specific situation where a new plant will reduce its cost of production as its cumulative output grows.As I will discuss, this plant-level effect often involves workers and managers learning through experience, but it might involve other things as well.When I use the term “learning by doing,” I connote the much broader and original notion of the term, which includes “learning by using” (Rosenberg) and a significant swath of “user innovation” (von Hippel).

第一部分
技术



技术能否让大量普通民众受益，又以何种方式受益，决定因素是什么？社会制度和投资会影响技术变革的步伐，但是它们本身并不足以解释技术对工资和财富的影响。第一章至第四章提出了技术是知识的观点，认为知识动力是理解技术和社会之间相互作用的关键。为了推行重要的新技术，许多人需要获得技术知识。而大规模推广新技术知识通常是一个社会难题。社会解决这个问题的方式会随着时间而改变，而这些改变决定了技术以何种方式被采用，变化发生的速度，新财富产生的方式，以及财富的共享方法。

第一章
创新？之后才更重要！

19世纪40年代早期，露西·拉科姆到达了她诗人生涯的巅峰。她上过德语和植物学课程；听过当时的思想先锋——约翰·昆西·亚当斯、爱德华·埃弗里特、约翰·皮尔庞特，以及拉尔夫·沃尔多·爱默生的讲座；如饥似渴地阅读从流动图书馆借来的各类学科书籍。然而，她最擅长的依然是诗歌——阅读、写作以及论述。她在女性文学杂志《洛厄尔诗刊》上发表了许多诗歌作品，其中一些被摘录进国家级期刊，并被亨利·沃兹沃斯·朗费罗和其他一些著名美国诗人编入诗歌选集。她还引起了约翰·格林里夫·惠蒂埃的注意，约翰后来成了她的导师和朋友。这段岁月开启了她作为作家和教师的职业生涯。

露西·拉科姆并没有读过大学，她是马萨诸塞州洛厄尔的一名工厂女工，该地区是美国综合纺织厂的发源地，其所处的梅里马克河谷，是当时美国工业革命的中心，相当于今天的硅谷。

大多数工厂女工来自新英格兰北部的农民家庭，她们在纺织厂打工，住在洛厄尔的工厂宿舍里，通常只住一年左右。露西和她们不同，她家就在洛厄尔。露西出生于洛厄尔附近的贝弗利，是一名船长的女儿，有9个兄弟姐妹。她8岁时父亲过世，随后母亲举家搬迁到洛厄尔，管理一处宿舍。11岁时，露西从学校辍学，去纺织厂打工，贴补家用。

然而，她并不想就此中断自己的教育。她决定“尽我所能去学，如此，当前程展露，我将踏入教学和写作的轨道。结果，美梦成真，我生命最好年华中的15至20年，都献给了传道授业”。[注]她在伊利诺伊州教过书，也曾在马萨诸塞州的惠顿神学院，即现在的惠顿学院当老师，那里如今还有一栋以她的名字命名的宿舍。

虽然露西是一名杰出的诗人和作家，然而她在学习上所付出的努力，却并非不可企及。正如她在1889年写的那样：

> 大约有20年的时间，洛厄尔几乎被看作年轻人的高级工业学院。那里的女孩，就像如今入读女子学院的女孩子。她们用双手工

作，但是脑袋也没闲着。她们思想的触角延伸到了方方面面。她们想尽一切办法提升自己，为未来做准备，或购买阅读名著，或参加讲座和契合自己作息的夜校，或面对面阅读交谈。

这并非偶然。纺织厂主们特意将洛厄尔这座城市设计成了——借用当时一位投资者的话——“富农家的女儿们很容易被说服来这些纺织厂待一段时间”的地方。而吸引她们的就是其浓厚的教育、文化和宗教环境。注

1816年，弗朗西斯·卡波特·洛厄尔在马萨诸塞州的沃尔瑟姆建起了一座非常成功的棉花纺织厂。他聘用美国的农家女孩，来操作他仿效英国模型发明的动力织布机。在他去世后的第二年，他的投资者在原先一片小村庄上建起一座新城，依靠那里丰富的水力资源来运作新的纺织厂，并以洛厄尔的名字来命名这座城市。纺织厂主们不光建了工厂，还为纺织厂女工建起了宿舍，交由品行端正的女士负责。同时保证新教主要宗派信奉者都可以做祷告，并支持发展起了许多其他机构，包括23所学校、洛厄尔协会、一间供演讲的演讲厅、一座流动图书馆、一家储蓄银行，以及一所医院。

纺织厂主们之所以这么做，是因为他们想要足够聪明又在道德上自律的工人来操作织布机。他们雇用的，并不是急于得到工作的贫困妇女，而是“值得尊敬”的，家里大多有些闲钱的农民的女儿。注尽管爱尔兰移民建造了纺织厂，开凿了运河，并且洛厄尔地区一些富裕家庭找女佣也指定要爱尔兰人，但是在19世纪二三十年代，被雇来操作纺织机的，几乎全是美国北方女孩。她们基本上都受过教育，至少能够写出自己的名字。

纺织厂主们的动机绝非仅仅是仁爱。他们需要聪明又能干的工人，能学会如何有效使用这一奇怪的新技术。其他城镇的纺织厂相继失败，因为他们招不到足够能干的工人。到19世纪40年代，比起英国那些聘用了受教育程度相对较低工人的纺织厂，抑或美国那些没有优质劳动力供给的纺织厂，洛厄尔纺织厂出产布匹的效率更高。注各种迹象表明，普通工人的技术、知识和智力，对于新技术的推广至关重要。

推行

纺织厂主的做法似乎非同寻常，然而这种做法也并非无迹可寻。如今，本着类似的目的，谷歌会提供含有各种精美菜肴的工作餐、办公室医疗护理以及各种便利设施，来吸引有才华的员工，并让他们能够充分发挥潜能。纺织厂主的做法之所以看起来有些不寻常，是因为我们常常忘了过去推行新技术有多难；我们忘了推行技术是需要新的技能和知识支持的，那需要花时间学习，更别说机械发明了。而我们往往只关注发明这个行为。

发明本身和推行之间的区别很关键，但常被忽略。促使洛厄尔和其他一些城镇的纺织厂大规模发展起来的关键发明是动力织布机，它能够将部分织布行为机械化，极大地降低了织布所需的人工成本。首批在商业上取得成功的动力织布机出现在英国。美国的发明家们大约在1810年开始比照着英国的设计，研发动力织布机。最终席卷美国纺织业的织布机由威廉·吉尔莫研发出来，他是一位移民机械师，在苏格兰时就拥有操作纺织机器的经验。他于1817年为罗得岛的丹尼尔·莱曼法官建造出了第一台织布机，并公开了自己的设计图纸。随后，这种设计迅速被新英格兰地区的纺织厂采用。

然而大范围推行这一发明却并不意味着能让其得到有效利用。经济史学家罗伯特·泽文指出，在这之后至少20年的时间内，都缺少能够制造、安装、操作、维护这种新机器的人才。[注]因为缺乏有经验的机械师，到1845年，制造织布机的机械厂都还没发展起来。也因为拥有一些身怀专项技能的机械师，在20年的时间里，制造织布机和其他纺织机器的机械厂都赚到了很高的利润。纺织厂所赚取的利润则更高。然而大多数时候，制造织布机和其他纺织机器的机械厂也苦于找不到懂得如何有效运用这项技术、管理工厂以及训练工人的员工。泽文发现，凡是没有与机械厂保持密切联系的纺织厂，都衰败了。大多数需要机械师、监管员、维修工和织工掌握的知识都很单调乏味，然而在二三十年的时间里，习得这些知识的困难限制了这种新技术的大规模推广。考虑到这些困难，纺织厂主不遗余力地吸引和留住能学会所需技术的工人的行为就不那么难以理解了。最有才华的机械师和管理者，也被称为工厂代理人，有时候能够获得新公司的股权，这种做法在如今的技术公司里依然盛行。

动力织布机迟迟得不到有效利用，因其中所涉及的技术远不止当初的发明那么简单。大规模地推行新技术有几个条件。首先，各领域大部

分从业者需要学会新的专业知识、技能和操作方法，以高效运用这项技术。其次，该技术本身经常需要推陈出新，以满足不同需求。这些推陈出新需要许多附带发明，而它们通常由那些在实际操作中洞悉到新需求和可能性的机械师来完成。再者，企业需要弄明白如何最大化利用该技术，要雇用谁，采用何种劳动分工，如何组织工作场所，以及如何市场化。最后，因为需要学习新技能和新知识的人很多，行业背景又各不相同，要想让他们去学习这些新的专业技能，就得有新的培训机构和劳动力市场来刺激他们。

所有这一切都很费时，但必不可少。动力织布机的发明很重要，然而，推行它也一样关键。事实上，技术推行与大多数经济效益直接相关。动力织布机刚发明时，用它从事生产的织工，每小时生产出的粗织物，是用手摇织布机的织工产量的2.5倍。在接下来的80年里，对织布机的改进以及工人知识和技能的增长，使得每小时的产量涨了20倍之多。

经济史学家早已知晓，许多关键新技术带来的经济效益，大多并不来自发明本身最初的商业化过程，而是随后的推行过程。[注]新发明出现后的几十年里，新知识不断涌现，发明得以不断改进，其所需的技术和技能也在不断变化着。在石油加工方面，新技术试行四十多年后，推行该技术节约下的成本，是该技术最初试行时节约成本的三倍。[注]从1900年到1960年，得益于推行效率的不断提升，燃烧每吨煤所产生的电能增长了7倍。这些例子具有代表性，许多重要的新技术推动的生产率75%～95%的提高，在仅仅几十年的不断改进的推行过程中就实现了。渐进式改进和新知识大大提升了金属切割、铁路运输、蒸汽机、人造纤维制造的效率。虽然工业革命催生了许多重要的革新，然而在几十年的时间里，生产率的提升速度缓慢得令人诧异，这使得一些经济史学家质疑这一阶段究竟该不该被称作“革命”。

没有最初的发明，就没有这一切的成就，但推行过程无疑也很重要。推行过程缓慢而艰难，其中有诸多原因，我会在接下来的几章里详细阐述：许多新知识只能在实践中获得或通过实践习得（第二章）；推行过程常常是一个反馈环，技术的渐进式改进需要新技能，新技能又促使更进一步的改进得以实现（第三章）；大规模的技术习得需要新的培训机构、新的标准和新的劳动力市场的建立（第四章）。

区分四个概念

如今许多观点，不论是大众的还是权威的，都常常忽略或是低估推行的意义及困难，这使得我们难以理解技术是如何影响当今社会的。推行是本书的论述重点，要想理解本书，了解推行是如何改变事物的过程就显得很重要。其中，四个概念区分非常关键。

技术vs原始发明

学者们开始意识到推行一项技术比发明这项技术本身要困难复杂得多时，大多数人还依然将技术发明当成史诗歌颂。博物馆和教科书常强调一种误导性的观点，即伟大的发明家为愚昧的大众带来了令人称奇的发明和财富。这么说来，这些发明就是“由天才创造，给白痴使用的”。注诚然，伟大的发明家的确做出了很大贡献，然而要推动大量普通工人需掌握的革新技能和知识的发展，可远不是白痴能做到的。

技术远不止发明那么简单，因为推行过程会涉及许多技术常识和专业技能。其中一些知识建立在科学的基础上，比如半导体的基石是量子物理学。设计一台大型高效的化学设备，则需要有工程学支持。发明本身就代表一种想法，这也是一种类型的知识。但并非所有技术知识的专业性都如此之强。乔尔·莫克将有用的知识分为两类：一类是“是什么”，即针对自然现象和规律的描述性知识；另一类是“怎么做”，即关于技术的实操性知识。注后者可能包含非常多的细节以及专业技术。而其中大部分又是不可言传的，也就是说，只能通过实践或者观察他人习得。

一些新发明的确推行得很快，很轻松，但大多数发明的推行过程却并非如此。经济史学家强调了工业革命中技术工人所起的关键作用。注借用莫克的话来说，他们是：

> 一群无名的工匠和机械师，没有被后世传唱歌颂的工业革命步兵，他们的名字通常不会出现在传记辞典中，但他们提供了技术进步所需要的不可或缺的工艺。这群工匠天生敏锐，他们在技术方面无师自通，他们的经验、技术，以及对于能量和材料的实践知识决定了构想和产品之间的不同。他们是机械师、技艺超高的钟表和仪器制造商、金属加工工人、木工、玩具制造工人、玻璃切割工人，及其他类似的技工；他们能看懂蓝图，估算工程进度；他们了解公差、阻力、摩擦、润滑，以及机械零件间的互相依赖；他们是应用

药剂师，能够操作实验室仪器；他们是医生，其建议有时能拯救生命，即使没人能真正明白其中缘由；他们是经验丰富的农夫，实验着新的动物品种、肥料、排水系统，以及饲料作物。[注]

乔尔·莫克和拉尔夫·莫森扎尔将英国早期在工业革命中的领先地位归功于那些能工巧匠，而不是发明本身。[注]在工业革命初期，最好的技术“由法国发明，在英国推行”是一种普遍的现象。[注]

这种区分非常关键，因为技术需要相当长的时间来自我完善。它同时还为技术在历史上的地位提供了另一种视角。对于伟大的发明家而言，伟大的发明总是能够立即对社会产生革命性影响。而技术，不同于发明，要在经过一段较长的发展过程之后才能产生革命性的影响——这需要几十年的时间来完成。

将技术神化本身是工业革命的产物，这种神化观点的起源也许解释了为何这种观点影响力是如此持久。在19世纪以前，发明家很少被看成英雄。通常，发明被看成神之手的杰作。发明家只是碰巧遇到了那些丢在那里等待他们发现的点子。比如，印刷机的发明被看成上帝为宗教革命所做的准备之一。[注]

改进了蒸汽机的詹姆斯·瓦特，是第一个被现代社会视为英雄的大发明家。历史学家克里斯汀·麦克劳德记录了一件事，瓦特的朋友、亲戚、各类政治盟友，以及非常重要的，纺织品制造商，试图发起一场公共活动，以求在威斯敏斯特教堂安放一尊瓦特的塑像。[注]在此过程中，他们改变了公众对于瓦特，以及崛起的制造经济的认识。随着活动的白热化，瓦特的天赋被说成是英国在国际上名声斐然的关键，为乔治三世创造了巨大的财富和人口优势，并革新了制造业和社会条件。经济史学家对瓦特的评价却显得更加谨慎。在进行了详尽的数据分析后，尼古拉斯·冯藤泽尔曼推断，瓦特的贡献，只让工业革命的发生提前了大约一个月。[注]

之所以发起关于瓦特塑像的公共活动，一方面是为了纪念瓦特的成就，虽然这损害了其他发明家的利益，另一方面则是为了宣传。纺织品制造商加入了立法禁止机器出口的游说队伍——瓦特发明的“杰出”性及其对于英国经济起到的关键作用，意味着出口会有损国家经济，更不用说纺织业的利益了。

自此以后，关于新技术及其“天才的发明者”天花乱坠的广告就成了宣传技术和上市新产品的标配，无论是赛格威还是苹果手机，都是如此。[注]然而，虽然发明者的确很重要，但当我们尝试理解新技术是如何发展时，这种英雄主义情结相当有误导性。连史蒂夫·乔布斯本人也认为，信奉“有了伟大的点子，作品就完成了90%”简直是“一种病”。[注]

大众思想vs精英思想

发明家至上的想法暗示着真正重要的技术知识被精英圈子所掌握，其中包括发明家、工程师、科学家，或许还有企业家。新技术需要普通工人学习新技能和新知识，但人们似乎认为这一过程能又快又轻松地完成。

然而，动力织布机的推广过程并不是这么轻松，它需要机械师和管理者掌握专业的、难学的技能。一些要用到“钟表和仪器工人、金属加工工人、木工、玩具制造工人、玻璃切割工人”和其他工人的技术，其发展过程也没有既快又轻松。并且，技术知识并不只是管理者、工匠，以及机械师的事。一些“没什么能力”的纺织工所掌握的技能，相当难习得。据莱曼的儿子称，即使是为莱曼建造起织布机及相关组件的威廉·吉尔莫，都不能正确地操作机器，最后还是一位织工教会他的。

> 作为一名经验老到的机械师，吉尔莫先生完全不熟悉实际操作，工厂最初也找不到人来运转这台机器。他们变得垂头丧气。整经机运行不畅，砂轮整修机更是糟糕，织机根本无法运行。在这举步维艰的时刻，一位睿智但行为放纵的英国手摇织布机织工，专门赶来瞧了瞧这台机器。他表示自己可以操作它。之后他被招进这家纺织厂。之前人们的消极情绪消失了。操作机器再也不需要边用边摸索。各个地方的制造商都赶来见证这个奇迹。直到如今，同样的织布机，尽管型号有所不同，依然在纺织厂中使用。[注]

很明显，要想操作动力织布机，需要一些专业知识，而要想有效地操作它，那就需要更多的知识和技能。发明家本身的知识根本不够用。

即使纺织厂高薪聘请到管理者、机械师以及工匠，它们仍可能无法有效地将技术运用起来，除非普通工人能够接受适当的训练。直到20世纪早期，英国的纺织设备制造商都在全世界范围内将动力织布机及其他

纺织机器运来运去。印度、中国等国家的纺织厂，不光用着和英国纺织厂一模一样的机器，还要聘请收费昂贵的英国管理者，以及熟练的英国纺织工人和工程师。尽管如此，这些国家单个工人的产出量仍远远小于英国和美国的纺织工人。虽用着一样的机器，但缺少西方工人的知识和技能。西方工人的织布量是这些国家织工的6.5倍。[注]在几十年的时间里，英国和美国的棉花纺织业一直保持着稳定的经济优势，尽管它们给工人开出的工资更高。最终，其他国家也发展出了训练织工的知识和体系——最开始是日本，近来是中国。

技术知识发展起来所需的时间相当长，远远长于其传播时间，甚至当一些能让普通工人凭借新知识获益的机构，比如新劳动力市场出现时，技术知识都还没有发展起来。这样大规模的习得知识，是横在社会面前的一个大问题。

或许正因为习得困难，技术知识才会成为许多人重要的经济福利。这些特别技能，让劳动者有底气在劳动力市场谈下丰厚报酬，让大量工人靠新技术分得一杯羹。在第二部分（第五章到第七章），我将阐释技术知识与普通工人工资之间的联系，并利用这些联系解释为何19世纪纺织工人报酬上涨前会经历漫长停滞期，以及为何如今的工资止步不前。

知识vs想法

在某种程度上，学者们已经意识到了技术推行和商品化的重要性。然而很奇怪，许多关于创新的经济学理论——这些理论是起草技术政策的依据——都很片面，完全脱离了对于技术推行的现实考虑。它们更关注针对发明家和公司的激励机制，在很大程度上忽略了对于普通工人的激励。工人们需要这些激励来学习新技能，以推行重要的新技术。[注]两种激励其实同样重要。

主流创新理论的中心思想都很相似：在某些情况下，竞争市场对于发明家和公司的激励太少，使得他们在研究和发展上面的投入远远少于社会发展所需。普遍认为，如果投资项目背后的想法能够以极低的成本复制，那么公司就不会投入过多。[注]如果竞争对手以极低的成本复制了发明，他们进入市场后，便会拉低价格和利润。受低利润影响，潜在的发明家不会在项目研发上投入太多。这种“市场失效”可通过政策来补救，即提高对创新者的激励：给他们补贴和资助金，奖励获得成功的发明，或是捍卫他们的专利，这样他们就能通过将竞争对手排除在市场外

而获得超额的利润。[注]

这一思想催生出了很有价值的见解，但是并不完备。因为技术知识并不仅仅是那些可以被简单复制的想法。[注]如果所有的技术知识都能够以极低成本复制，那么雇员也应该能在极低的成本范围内习得知识。然而这种现象并不常见。动力织布机的设计很容易被复制，然而推行它所需要的知识则不然。在工业革命早期的几十年里，市场并未成功培养出能操作这一“复制”发明的机械师、工厂管理者以及织工。

也就是说，市场在发展新的推行所需的知识的过程中，同样会失败。在重要新技术发展的早期，市场往往缺少能培训工人的机构。同样，劳动力市场最初也无法提供足够的回报。一个常见的问题便是“协调失败”：早期的技术常有许多“版本”。举个例子，早期的打字机有不同的键盘布局。工人们得选定一种来学习，公司也只会在其中一种上投资。他们必须在所选择的技术和市场之间很好地进行协调。[注]我们在第四章会看到，除非新技术的标准被广泛接受，否则这种协调不会成功，而这一协调过程有时要几十年。

换句话说，革新可能遭遇两个显著问题：一是市场无法为研发投入提供足够的刺激，二是无法为学习新技能提供足够的奖励。在研发方面投入不足不是影响创新的唯一因素，它甚至不是最重要的。早期的纺织厂商有着高额的利润和健全的刺激机制，舍得在革新上投入，然而技能依然是个问题。其他许多技术在早期也陷入过同样的困境，不管是酸性转炉炼钢还是无线通信（详见第十一章）。在创新政策上，我们没有理由只关心如何补救研发投入不足，而且大多数公司称，本该对这种投入不足起到纠正作用的专利权，在依靠创新获益方面，相对来说并不重要。[注]

在纠正劳动力市场缺陷方面的政策则和那些鼓励研发投资的政策完全不同。如今这些政策也尤为关键。本书的第三部分将讨论一些能够激励广泛学习新专业技能的政策，包括职业教育、政府采购业务、劳动法、商业保密协议，以及专利权。

动态的技术知识vs 静态的技术知识

劳动力市场的问题最终会被解决，有时得花几十年的时间。培训机构和劳动力市场会日益完善，它们在自我完善时，技术的经济价值也改

变了。对原始创意简单复制的关注会长期存在。比如，一种针对无线通信的编码新技术刚出现时，极不稳定，标准自我冲突，正式培训也很少，劳动力市场不完善，人们很难复制它。然而如果它进入一个成熟度较高的电信行业，有许多接受过培训的有经验的工程师和技术员，那么复制它就变得简单很多。

这里的洞见是，技术知识能够被简单复制，常常要经过漫长的过程。能被复制的知识不是突然出现的，它需要被创造。体系、政策，以及经济激励融合成一种动态过程，推动着技术知识实质性的改变。在此过程中，整个行业或许都会发生翻天覆地的变化。这一动态改变的见解表明，技术知识有特定的生命周期，它解释了许多创新的模式：

•正规的职业教育在技术发展的早期阶段很难推行，但在后期知识标准化后，就会变得简单起来。相反，也许是因为接受了更多的教育，一些工人在学习方面更得心应手，早期他们更抢手。但随着技术成熟，对于受过更多普通教育的工人的需求在减少，而对受过职业教育的工人的需求增多。

•训练工人使用早期技术的困难限制了生产规模。在这一点上，大公司也许并不比小公司有优势。之后，当知识变得标准化，大规模生产得以实现时，新技术就会瓦解固有技术。同时，由于拥有大量互补性资产，大公司会比小公司拥有更显著的优势。这也解释了小公司和新技术间的明显联系。

•在初期阶段，当正规训练受限时，人与人之间的交流对于传播知识来说尤其重要。同样，因为最初只有相对来说很少的人能习得新技术知识，发明家们通常能安全地分享他们的知识，甚至是与竞争对手分享知识，这让创新呈现出一种开放状态。随着技术成熟，越来越多的人能够复制新的技术，创新者们则更有意愿保护其知识。

•早期的技术常显现出极强的地域性。人与人的知识交流在那时很重要，而这经常需要手把手的技术演示，早期的发展项目最好集中在一个“技术集群”中，比如硅谷。硅谷的发展壮大，很大程度上要追溯到技术人员的跳槽。随着标准化的技术变得更加成熟，它也变得更加容易被转移到其他地方，因为正规的指导让远程获得知识变得可行。所以离岸外包需要成熟技术的支持。

•为拥有专业技能工人服务的繁荣的劳动力市场与这些技能的标准化息息相关。当工人所学的知识在工作中对其雇主比对自己更有

价值时，他们就会受益。这还需要其他雇主所用的技术本质上也相同。也就是说，技术得实现标准化。结果表明，这一联系是在工业革命中工人想要凭借自己的知识受益的关键前提。

第四章会详细解释这一生命周期，并将其与字面意义上的其他生命周期做比较。这一生命周期很重要，因为它会影响政策。关于技术知识的经济理论随时间改变，最优策略也在发生变化。技术政策常被认为应是静态的，一种政策可适应所有情况。然而，政策需要适应技术的成熟过程，至少能在刚起步的技术和成熟的技术间寻求平衡。我们都应该注意到，这常常是很困难的。比如，对于成熟的化工行业很管用的法律条例，并不一定适用于刚起步的软件行业。平衡的政策难以制定，还因其中涉及政治经济因素。成熟的技术常与根基牢固的公司和职业群体联系起来，而他们又常为颠覆性的新技术所威胁。对比之下，新技术对政治的影响力少之又少，这让平衡难以实现。

当我们考虑在推行技术的过程中知识所起到的重要作用时，一幅技术发展的宏图徐徐展开。发明并不能凭自身扭转社会的走向。

相反，大量的普通工人在漫长的时间中习得新技能和知识的意愿，左右着重要的新技术的推行。社会制度和政策影响着这一习得过程如何完成，国家对新技术的运用有多好，以及普通工人能分得多少经济收益。要理解这一动态过程，我们首先得了解为什么推行是如此困难。

---

1. Larcom, New England Girlhood.
2. Appleton, Introduction of the Power Loom.
3. Dublin, Women at Work.
4. Montgomery, Practical Detail.
5. Zevin, “Growth of Cotton Textile Production.”
6. This is not true of all technologies.For example, penicillin and small molecule pharmaceuticals often deliver most of their benefit soon after the initial commercialization.Delayed benefits are a feature of technologies where sequential innovation is important, as discussed in Chapter 3.
7. Rosenberg, “Technological Interdependence”; Hollander, Sources of Increased Efficiency; Nuvolari, “Collective Invention.”
8. This quip is from Gavin Wright, “Foundations,” paraphrasing the line in the 1954 film version of The Caine Mutiny: “The first thing you’ve got to learn about this ship is that she was designed by geniuses to be run by idiots.”
9. Mokyr, Gifts of Athena.

10. Mokyr, Enlightened Economy; Landes, Unbound Prometheus; Allen, British Industrial Revolution.

11. Mokyr, Enlightened Economy, p.110.

12. Meisenzahl and Mokyr, “Rate and Direction.”

13. Wadsworth and Mann, Cotton Trade and Industrial Lancashire.

14. MacLeod, Inventing the Industrial Revolution, pp..202–204.

15. MacLeod, “James Watt.”

16. Von Tunzfilmann, Steam Power.

17. To cite two instances, the Smithsonian Institution celebrates heroic inventors at the Lemelson Hall of Invention, commemorating the leading patent troll of the twentieth century who donated the funding; the National Inventors Hall of Fame is hosted by the U.S.Patent and Trademark O.ce and only includes inventors who secured patents, excluding, for example, Tim Berners-Lee, inventor of the World Wide Web.

18. Cringely, “Steve Jobs.”

19. Lyman, “Transaction of the Rhode Island Society.”

20. Clark, “Why Isn’t the Whole World Developed?”

21. Thus to the extent that theory contemplates technology implementation, much of it only appears to consider investment in R&D and not the development of worker skills and knowledge.In economics, this problem is framed as one of cumulative innovation, as in Scotchmer, “Standing on the Shoulders.” In legal scholarship, the problem is framed as one of commercialization.See Kieff, “Property Rights and Property Rules”; Sichelman, “Commercializing Patents”; and Abramowicz and Duffy, “Intellectual Property for Market Experimentation.” But again, the question, as framed, is only about the investments that firms need to make in order to bring inventions to market, not about the broader development of skills and knowledge.

22. This is a very old intuition about patents, expressed in a formal model by Kenneth Arrow, “Economic Welfare.”

23. Other justifications for patents include the arguments that they facilitate trade and that they promote disclosure of knowledge.Economic analysis of patents has focused largely on R&D incentives.See, for example, the innovation theory textbook by Scotchmer, Innovation and Incentives.Notably, this text does not discuss implementation at all.

24. Inmany cases, theoretical economists simply ignore the difference between ideas and knowledge.In other cases, they recognize a potential difference but dismiss it.For example, Scotchmer’s text mentions Mokyr’s distinction between propositional and technological knowledge, but declares that this difference is not relevant to the economic analysis of innovation (Scotchmer, Innovation and Incentives, p.3, fn.2).

25. Inhuman capital theory, workers invest optimally in their training when their skills are “general human capital.” In order to be general, technology-specific skills must be widely accepted, requiring standardization.Without a widely accepted standard, the skills might be specific to a particular firm or small group of firms.A

standard theoretical result is that worker investments in their own skills may be less than optimal when those skills are firm specific (see Acemoglu and Autor, “Lectures,” chapter 9).If firms could coordinate on a widely accepted standard, labor markets would provide stronger incentives to workers to invest in training.However, firms often fail to coordinate on widely accepted standards for decades (see Chapter.4).This coordination problem can arise because of network externalities in the provision of training or in job search.

26. Levinet al., “Appropriating the Returns”; Cohen et al., “Protecting Their Intellectual Assets”; Arundel and Kabla, “What Percentage of Innovations Are Patented?”

第二章
非技能工作中的技能

推行技术是项挑战，因为需要习得新的技能和技术知识的劳动者数量庞大。过去是这样，如今也同样如此。然而，认为普通工人拥有关键技能的观点，肯定与许多历史学家的观点相悖，后者的观点是：美国的纺织工厂催生出了非技能（unskilled）工人这一新阶层。比如，丹尼尔·T.罗杰斯在《美国工业时代的职业道德》一书中写道，工业革命中的技术突破让非技能性工作代替了技能性工作："棉纺织厂引进了大量的半自动纺织机和细纱机，操作它们只需简单的机械常识，不需要技能和判断力，即使生手和孩童也能胜任，它在工业转型之初，为工厂工作设立起了新的模式。"

同样，经济学家认为，在19世纪，技术是"去技能化"的，手工作坊向工厂的转型就是佐证。在欧洲，自中世纪起，手工艺人就在行会里工作。这些行会为学徒提供必要的训练，控制了交易入口以及市场和生产的各个方面。根据"去技能化"这一观点，非技能工人能够代替有技能的手工艺人。这一观点有些误导性，原因有二：其一，行会制度和传统的手工业学徒制在大规模的机械化之前就已日薄西山。早在机械化之前，手工作坊就已经被非机械化的"制造厂"大幅取代。在制造厂里，工人很少甚至没有接受学徒训练，分工很细。[注]其二，美国大多数早期的工厂都是在家里制造商品，而不是在车间。[注]也就是说，工厂取代手工作坊的幅度还没有它取代家庭作坊的幅度大，至少在好几十年里都是如此。比如，美国手工作坊的织工数量在1880年一直处于增长状态，而家庭织布作坊则大幅下降。[注]

尽管技术车间似乎与我们通常所说的制造业中的"技能"这一概念挂钩，然而"技能"有许多层意思。除了生产能力外，熟练工和行会领头人与工厂工人在许多方面都不同。我们这里讲的"技能"概念，是指工人创造财富，尤其是通过新技术创造财富的能力。它还有其他含义，区分这些含义很有必要。

举例来说，熟练工和行会领头人在社会等级中占据着显著的中间地位，工厂工人则没有。"技能"有时意味着社会地位。19世纪的观察家倾

向于认为工厂工人技能水平低，智商也不高。比如，对社会等级差别非常敏感的查尔斯·狄更斯，在1842年参观完洛厄尔工厂后，为英国读者报道了诸多“不可思议的事”：工厂女工能弹奏钢琴，她们几乎都从流动图书馆借过书，并且还出版了质量很高的期刊。他认为自己的读者也会觉得这些事不可思议，因为这些行为“超出了工厂工人的身份”。

手工作坊里的工作也许比工厂的工作更令人愉快。工厂的劳动力分工通常比手工作坊的更细，工人的自主权也更少。马克思认为新技术让体力劳动者不再思考。这一观点同样为19世纪的社会批评家约翰·拉斯金、托马斯·卡莱尔，以及威廉·莫里斯所认同。技术“几乎让所有的手工艺人变成了机器”。更现代一点的社会批评家，比如哈里·布雷弗曼和史蒂芬·马格林，则强调工厂工人失去控制权，因而“异化”（alienation）。这些观点都很有意义，然而它们忽略了工厂工人为完成自己的工作所需要学习的知识和技术。更细化的分工并不一定会降低生产力。

手工艺人在整个学徒生涯习得自己的手艺。学徒制提供了一种技能水平保障，而在工厂里学到的技能则未获得充分信任。工厂工人即使接受正式训练，通常也只是短期的：对于棉纺厂的织工而言，训练期通常只有两到三周。学徒期则通常要五到七年。另一方面，工厂工人也通过非正式的训练习得技能。这比他们接受正式训练的时间要稍长一些，而且费用昂贵。因此，尽管工厂工人并没有正式学习过工业技能，但这并不代表他们就没有技能。要了解技术和技能之间的关系，我们不能只考虑正式的、有保证的技能获取方式。

经济学家习惯将“技能工人”定义为那些有着大学四年教育背景的人，这相当误导人。我们的社会由精英统治，因此我们也会想当然地将技能与教育背景挂钩。然而，要操作一项新技术所需要的技能，常常与大学里学习的知识没什么关系。大众对没有什么教育背景的工人的态度，与狄更斯的读者持有的偏见类似。当我们尝试去理解工业革命中所涉及的技能时，这一观点显得尤其过时。

从实践中学习

我们如何知道工厂工人在工作中习得了实质技能？其中一种方法就

是看看随着工人们经验不断丰富，他们平均每小时的产量，也就是生产率的变化。

图2.1显示的是19世纪40年代至50年代早期，一群受雇于洛厄尔劳伦斯纺织厂织工的学习曲线。它显示了平均每人每小时所织出的布匹码数（纵坐标）与其进厂月数（横坐标）的关系。这些织工之前并没有什么亮眼的经历，并且第一个月的数据，是他们在完成了两到三周的训练后所创造的。我们能够看到，在最开始的几个月里，织工们进步神速，然而后来尽管他们一直在学习，增速却变慢了。注

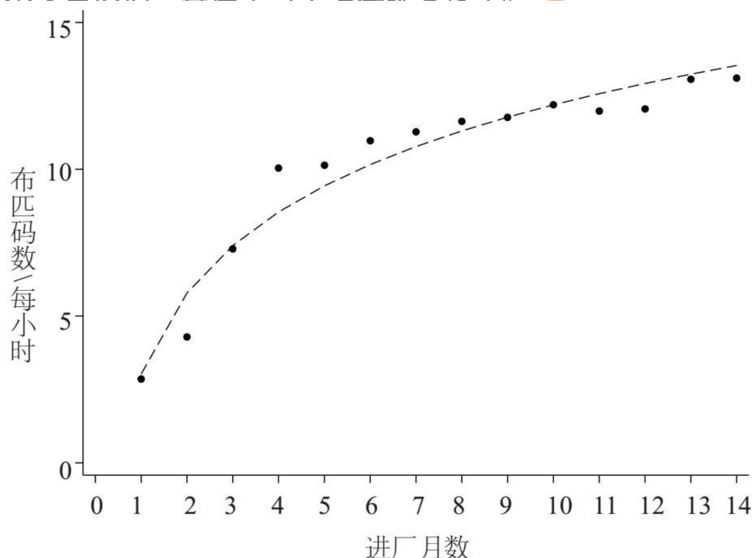


图2.1 1842——1855年，劳伦斯纺织厂新聘织工的学习曲线
资料来源：贝森所著《工厂工人的技术和学习》

是什么导致了生产率大幅的增长？部分原因在于工人们逐渐适应了充斥着皮革传送带转动声和织布机运转声的吵闹、复杂的环境；习得了专业知识，比如怎么打织布结；在实际操作的过程中找到了更快的方法，比如能够快速更换空的梭子。其他原因还包括在操作过程中习得技术知识：如何缓冲经纱的张力，以降低断线的数量；如何协调操作多台织机；如何实时检查纺织错误和瑕疵。对于新手织工而言，这份工作让人生畏。一名工厂女工以小说的笔触写下了一名织工第一天上班的情形：

> 第二天早上她去了工厂。她见到的第一个景象就是，许多传送带、轮组，以及弹簧动个不停，这真是让人害怕。她不敢去碰触织

> 布机，她几乎可以肯定自己永远也没法学会织布了。线束让她困惑，篱片让她费解。梭子蹦了出来，在她头上留下了个肿块，而当她第一次尝试给机床上弹簧时，她弄断了1/4的线。[注]

但故事的女主人公在工作中提高了效率，可以假设，以上情形的记录者也一样。织工需要掌握如何操作纺织机的专业知识，这些知识大多只可意会，需要在工作中或是模仿他人而获得。

学习曲线显示，织工们在工作中习得了技能。但与那些手工艺人相比，这些技能有多重要呢？量化技能看起来似乎不太现实，但是经济学家找到了非常聪明的办法：评估在习得该技能过程中的投入。假定市场能适当补偿在学习过程中工人和雇主的投入，那么大投入就对应着大回报以及更大的经济价值。

学习曲线还可被看作投资曲线。首先看看织工的收入，他们计件拿工资，每生产出一块标准尺寸的布，就能拿到一笔固定工资。假设他们每个月工作的时间是相同的，那么织工的月工资就与图2.1所显示的布匹码数相对应。在前几个月，他们工资很少，远比他们做其他工作，诸如教书或是在家做草帽赚得少。[注]这些刚受聘的织工面对的是“机会成本”。他们短期内愿意接受较少的工资，以期在习得充分的技能，变得更有效率后，赚取更高的工资。可以把“机会成本”看成一种隐性投资。经济学家认为它是织工在“人力资源”上的投资。之后织工多赚取的工资，即比她做其他工作多赚的那部分，可以看作“人力资源”上的回报。

前几个月，纺织厂同样面临机会成本的问题。纺织厂一部分的资金要投入到新聘织工操作的机器上。在这几个月内，这部分资金赚取的利润比其他投资赚取的标准利润要低。这种机会成本即是纺织厂在织工人力资源上的投资，期望等工人受训后，纺织厂能够赚取高于平均的回报。

其他学习同样在进行。图2.1上的数据来自一群工作刚满一年的织工。但大多数织工并没有坚持那么长时间：在19世纪四五十年代，只有大约1/4的织工在纺织厂里待了超过半年的时间。许多织工离开了，因为他们发现自己并不喜欢在工厂工作，抑或没法从中赚取足够的钱。还有一部分人离开，是因为管理者认为他们能力欠缺。在所有这些情况中，对技能习得的隐性投资并未收获回报。然而，它依然是对学习的一

种投资。

织工和纺织厂都对织工习得技能和知识进行了隐性投资。这些投资可通过劳伦斯纺织厂的工资总账算出来。我估算了一下，在19世纪四五十年代，培训一名织工的总投入，应该是162美元。这和一名织工的年薪相当。此外，我后面会讲到，在19世纪，越来越多的织布工作自动化后，在织工身上的人力资本投入实际上增多了。

这些投入可与同时期美国的手工艺学徒所需的人力成本相比。比如木匠的学徒期，要投入大约165美元，泥瓦匠大概要253美元。这一结果非常惊人，因为你得考虑到织工大多都是一些年轻的女孩，她们的就业机会，与那些能够成为木匠和泥瓦匠的年轻男性相比，限制更多，报酬也少得多。

纺织厂主当然知道有经验的织工价值更大，因此他们想尽办法留住这些织工。一位纺织厂主在1859年写道，如果纺织厂能够留住织工18个月，而不仅仅是合同上的一年，“那么在这最后的6个月里，他们对我们的价值比前面12个月更大”。这一切表明普通的工厂工人，比如织工，拥有实质技能。这与传统观点是相反的。

“去技能化”的神话，在其他行业里，就不那么灵了。当一些行业中某些工作的技能要求随着引进新技术而降低时，其他工作所需要的技能水平就会提高。的确，很难找到准确的例子，显示某项新技术在19世纪完全去技能化了。一些技术催生出了全新的技能岗位。一些新机器，比如全自动的纺纱机器“走锭精纺机”，催生出了“半熟练的挡车工”这一职业，他们的工作是照看这些机器。划线机则催生出了熟练的排字工。同样，半自动化的瓶子制造机需要工人习得新的技能。在橡胶轮胎业，机械化主要减少了在种植园里运输原材料的非技能工人，对于技能工人则没什么影响。在罐头制造业，机械化使得罐头厂的技工被非技能工人所替代，但是许多非技能工作也同样实现了机械化。蒸汽机的发明使得商船减少了一级水手的数量，但却增添了有技能的工程师、木匠以及舵手的数量。电气化增加了对文书、数字、规划，以及人际沟通技巧的依赖，却减少了对熟练度的要求。一些历史学家认为使用可替换部件是用非技能操作员替换技能机械师的一种手段，然而这一技术很大程度上要依赖技工的技能，他们需要调整这些零部件使其相匹配，这些技能需要相当多的时间和努力来习得。

在19世纪的许多制造行业中，小作坊里的熟练工匠的人数减少了许多。但这一趋势并不完全是技术的直接影响。实际上，它在大规模的机械化之前就已出现：手工作坊被工厂所替代，工厂有着更细的劳动力分工，要求工人做的事具体得多。[注]亚当·斯密所举的著名的扣针厂便是其中一例。本质上来说，19世纪的技术并没有减少对技能的需求，它只是催生出了新的专业技能，而这些技能大多都在工厂习得。

专业技能和知识的广阔触角

这是真的吗？如今的工人受过更多教育，如今的技能更加精细？也许在工作中学习已经不再那么重要？

至少我不这样认为。在我开办软件公司时，最让我震惊的事，便是发现非正式学习有多重要。在我们的雇员和客户中推广新知识所遇到的困难，促使我之后投身于研究在工作中学习。

1983年，我开发出了第一款“所见即所得”桌面出版程序，并应用在费城的一家英西双语周报上。这份报纸的读者很大一部分是拉丁裔。在身兼计算机程序员的同时，我还是这家报纸的业务经理。广告经常在截稿之前最后一刻才来，因此给排版造成很大困扰，尤其是在我们只买得起简单设备的情况下。我意识到，我可以写个程序，将其运用在最新款个人电脑上，能够让我们在电脑屏幕上排版，然后整版输出到照相排字机上。这一方法不仅节约时间，还能卖给有排版需求的客户。

这一程序最先被运用到IBM的个人电脑上，该电脑有64K的超奢华内存以及特别的显示卡。我尝试将其卖给一家生产排字机的工厂，但失败了。我只能实施另一个计划：成立一家公司，直接将该程序卖给小报、杂志、产品目录发行商、印刷厂、全职排版工，以及其他有需要的人。我们将磁盘包装好，附上使用手册，发给我们的客户，并期望能很快开发出新的改进版本，增加一些最初发行的版本中没有的功能。

接着咨询电话就开始响了起来。我们的大多数客户之前都没有用过电脑，我们得为他们提供培训。客户还得学习我们的程序，更重要的是，学会将其运用到具体工作中去。我们对于客户到底想怎么使用我们的产品知之甚少。我们开始为他们提供改进产品的工具，并根据他们的

需求做出相应变动。比如，一位客户就用我们的软件排出了高质量的商业表格。这一运用是市场空白，回报颇丰。他在个人电脑上制作好表格，然后用他的廉价排字机打出来，即使那要花上整晚时间。但他发现排字机中的相片纸常常打滑，让成品受损。我们为他设计了一种特殊功能，使其能对相片纸进行单次扫描，以防止其打滑。

适应这一新技术常常要求我们的客户进行艰难的公司结构重组。桌面排版让设计师和编辑对页面的形态有了更多的掌控。他们不需要等到拼好版的打样出来后才确定版式，大量重复的打字工作也免了。这意味着客户们需要开发新的工作方式，改变工作流程，学习新的组织制度以更有效地运用这一技术。比如，当零售公司西尔斯用我们的软件制作产品目录时，岗位职责从根本上改变了，许多职位被取消。之前，外面的版式设计师会将打样传回给公司员工，员工将其拿给公司的设计总监看，他会做一些修改，然后再将其传回去。而用了该软件后，版式在公司内部就能完成，设计总监自己就能在电脑上做修改。设计总监和版式设计师都需要学习新的技能，找到一起合作的新途径。各种各样的学习过程意味着我们的公司和客户做了许多人力投资——常常比技术本身所需的花费更高——以将软件有效地运用起来。

我们所获得的大多数知识，都是和某项专门的技术、应用和组织相关的，几乎没办法在教室里学到，必须在工作中学习。许多客户也会通过上课来学习基本的计算机技能。我们组织起课程，来教授有关程序的基本知识，但是客户必须掌握如何将其运用到各自特定的需求中去，而我们也得知晓一些需求反馈，以改进我们的软件。因为这种新技术往往要求公司结构重组，所以使用者还得发展和学习新的组织纪律。因此，尽管我们的客户比19世纪的工厂工人的教育水平要高得多，但是要想让他们有效地使用这项新技术，仍然需要在工作中做大量的人力投资。

这与我在经济学课程上所学的关于创新的内容完全不同。在那种程式化的描述中，创新者产生了创新的想法，这些想法本身非常有价值，而推行这些新技能和知识过程中的困难和时间耗费却很少被提及。

当然了，但凡经历过在办公室安装一款重要的计算机新系统的人，都或多或少对在工作中学习的重要性有所体会，也许体会还很深。通常，学习这些系统是个漫长、缓慢，有时还很痛苦的过程。比如，在20世纪八九十年代，大型主机计算机系统发展成了客户机/服务器计算机系统，对于这一转变过程的经济分析显示，接受这一新技术转变的人，

在学习、适应以及重新组织工作的过程中，投入巨大。[注]

此外，由新技术催生出的新组织结构，常常要求在工作中大量学习。经济学家发现，计算机的使用，与工作场所组织的许多改变都有关联。组织变得分散，工作开始以团队为单位进行，激励机制、职位，以及任务分配都变了。员工培训增多了。计算机还常常带来新的产品、服务，以及客户–供应商关系。[注]许多这些改变要求雇员学习、分享关于产品或是客户和供应商需求的知识。

在那些工人们无法习得新技能，因而无法采用新工作方式的地方，信息技术会受挫。在20世纪90年代末，埃里克·布莱恩约弗森和劳瑞恩·希特研究了一家医药产品制造厂，那里安装了计算机集成化制造系统，以满足客户对于更好定制化服务的需求。该制造公司同样尝试推行新的工作机制。但是许多员工，尤其是那些在产品线上工作的老员工，难以适应自己的新角色，受阻于新的操作规定。这促使该公司起用年轻的员工，他们不会受到固有经验的束缚。之后，该系统才得以推行成功。研究者得出结论："其他公司也能轻易买到相似的计算机控制设备，然而它们依然得为组织学习投入更多的资金，之后才会从中赢利。获得这些利益的关键，对于发明来说，绝对不是可有可无。"[注]

新的功能要求采用新的方式来了解客户需求，以及运用技术去满足这些需求。这可能需要大量的培训。一项研究表明，在计算机硬件上投入一美元，就需要在其附带的组织资本或人力资本上投入10美元。[注]此外，计算机技术还重现了19世纪"去技能化"和"再技能化"的混合模式。计算机减少了常规工作，比如文字输入，但增加了非常规工作，比如客户服务、计算机编程，以及产品设计。[注]

这种学习并不仅限于信息技术。使用各种各样技术的工人的学习曲线与纺织工大同小异。这些学习曲线来自心脏外科医生、保险推销员、炼钢工人以及流水线上的工人。阿图·葛文德描述了外科医生提高医术所面临的挑战。从实践中学习是关键："作为一个群体，外科医生总是和奇怪的平均主义相关联。他们相信练习，而不是才能。人们总认为要成为一名外科医生，得有双巧手，但事实并不是这样……外科医生相信，技能是可以训练的，坚毅的品质却不能。"[注]

借助经验来学习同样是科学研究非常关键的部分。受过高等教育的

科学家凭借经验习得关键知识。曾有一系列调查研究大学授予其技术商业使用权时，“明星科学家”所起的作用。在半导体、生物科技及其他领域，这些科学家持续的个人参与对该项目的成功至关重要，也许是因为这些科学家在这一过程中学到了有价值的知识。[注]

学习曲线还被运用在许多新的制造厂上。在这些情况中，曲线反映的是整个制造厂单位劳动力的平均产出，而不是个体工人的生产率。采用新技术的工厂的曲线显示，单位劳动力平均产出在几个月的时间里增加了一倍甚至两倍。[注]在20世纪六七十年代，制造厂的学习曲线引起了管理顾问的注意。他们提出策略，让厂商能够利用学习曲线，削减开支，主导市场。[注]

当然了，制造厂开始生产后，个体学习并不是影响生产率的唯一因素。比如，随着产能提升，制造厂也许会追加资本投入。但是制造厂单位劳动力平均产出的总体增长，大多都是因为个体工人的学习。制造厂的学习曲线，实际上与随着经验增长的工资密切相关。也就是说，因为制造厂变得更多产，工人们的工资也增多了。[注]工人们通过在工作中学习而变得更高效的同时，雇主们也愿意开出更高的工资，防止他们离开。[注]工资随着经验增长的常见模式表明，工作中对人力资本的需求是很普遍的。

学习曲线甚至还可以用在农业上。在20世纪60年代的绿色革命中，印度农村有经验的农夫在播种时效率更高。[注]一系列针对发展中国家的研究表明，在技术推行过程中，学习至关重要。[注]

经济学家发现，不同个体之间的工资差异，很大一个原因是人力资本。[注]差不多有77%的工资差异可以解释为工人经验及个性的差异，包括先天的和后天习得的。[注]但是工人人力资本差异中，只有很小一部分是因为其所受正规教育不同。在上学之前就存在的差异，比如出生重量及家庭特点，也可能会对人力资本有一定影响。但是研究表明，大多数的人力资本，是在工作中获得的。

总之，各种证据表明，从实践中学习对如今的经济有很大的影响。它常对新技术的成功应用起到关键作用，也是掌握这些新技术的人能拿到更高工资很重要的原因。

力挽狂澜

特定行业专业技能的学习对美国在“二战”中的胜利起到了很关键的作用。在日本偷袭珍珠港后两个月，罗斯福总统发布了一条对战争取得胜利至关重要的指令：建造出排水量达2400万吨的商船。这些船对世界范围内的军事行动至关重要，也为英国提供了一条经济命脉。但是它们无法抵御德国潜艇战的攻击。据1951年对战争时期商船队的记载：

> 当希特勒在1942年9月会见他的将领了解潜艇战作战情况时，他自信地宣称美国造船厂造船的速度比不上船只沉没的速度。在1942年到1943年间建起2400万吨位的商船队这一总统指令，将沦为纯粹的宣传口号。事实上，1942年造船的速度确实和沉船的速度差不多，但被击沉的是潜艇，造船专家完成了目标。他们不仅完成了2400万吨位的总统指令，在1942年和1943年，他们还建造了2700万吨位的船队。[注]

这一工程最重要的一环，是以史无前例的规模采用了大量的生产技术，建造2708艘吨位达到11000的自由轮。船只的设计被分成了大约100个部分，它们预先被做好，然后再送到造船台快速组装起来。为了节约时间，没有采用铆接，而是采用了焊接。工人中有造船经验的很少，即使有，也没有用过这些方法。战争的指挥者很快就发现船只生产的学习曲线很引人注目。在战争期间，造船厂的单位劳动力平均产出增加了4倍，而每艘船的平均装配时间从186天下降到了19天。这一增长部分来源于额外的资本投入，但大多数却是新知识和技能的结果。[注]其中一部分反映出个体工人学会了新的技能，另一部分则来自当时被分享开来的小发明。设计的标准化意味着某个工人发明的用来改进切割某个部件或塑形的夹件，能被同一造船厂的其他工人所用，或是在全国范围的造船厂里使用。

如果希特勒对于美国船只生产能力的估计是正确的，德国可能会赢得大西洋海战，英国会输，战争的结果可能会完全不同。考虑到造船厂的生产率，并且是首次尝试造自由轮，他的估计不无道理。从实践中学习关系重大。

同样，其他领域的单位劳动力平均产出也实现了急剧增长，比如飞

机制造。历史学家认为美国的军工生产是其在战争中获胜的关键。毫无疑问，许多军工生产都是通过在实践中习得专业技能实现的。从实践中学习放大了美国在自然资源方面的优势。

从实践中学习的历史影响很大，在许多职业中也地位斐然，它还是决定工资的重要因素。甚至对于据称无须技能的工厂工人，从实践中学习也很重要。他们的人力资源投资与有技能的工匠差不多。

但这是否意味着从实践中学习与重要新技术的推行缓慢相关呢？尽管织工和自由轮造船专家的学习曲线在两年后就基本完整了，然而学习新技能仍是一个大的阻碍，原因有二：其一，随着技术不断变化，技能得从头开始学（第三章会详细叙述）；其二，对于一间纺织厂、一个产业以及整个社会而言，重要的通常不是要花多长时间去训练个体员工，而是需要做什么来创造稳定的、受过培训的劳动力。在19世纪30年代，很少有工人会在纺织厂待上近两年的时间。大多数工人几个月后就离开了。因此即使培训时间很短，劳动力的流失也让培养有经验的工人变得困难。这时，需要一个专门针对有技能的织工的健康市场，来输送稳定的劳动力，然而我们发现，这也需要花费数十年的时间。

---

1. Sokolo., “Was the Transition...?”; Bessen, “Was Mechanization De-Skilling?”; Mohanty, “Experimentation in Textile Technology.” For example, studying Rhode Island weaving workshops during the late eighteenth century, Mohanty reports that “To make fabrics for early cloth manufacturers, weavers needed only rudimentary knowledge of their craft...the level of skill required of the workshop weavers was no more than a craftsman might acquire during the first year of an apprenticeship” (pp..9–10).

2. The following industries account for 58 percent of establishments with over 100 employees in the 1850 Census sample (Atack and Bateman, “U.S.Historical Statistics”): textiles, apparel, footwear, household furniture, meat, and dairy products.These goods had been produced previously largely within households (see Tryon, Household Manufactures).

3. The amount of cloth woven in households declined from 8.95 yards per person per year in 1825 to 0.27 yards per person per year in 1850 (Tryon, Household Manufactures, p.306).Estimates of weavers in workshops is based on calculations from the IPUMS Census samples for 1850 and 1880 (Ruggles et al., Integrated Public Use Microdata Series).Scranton, Proprietary Capitalism, documents the vitality of workshop production into the latter nineteenth century.

4. Dickens, “General Appearance.”

5. Morris, “Art, Wealth, and Riches.”

6. Braverman, Labor and Monopoly Capital; Marglin, “What Do Bosses Do?”

7. Weaving apprenticeships had lasted only three years, but by the end of the eighteenth century, many artisans did not go through a formal apprenticeship; Mohanty, “Experimentation in Textile Technology.”

8. Here I am studying the learning curves of individual workers, not of the mill as a whole.Some of the early research on Lowell looked at learning curves for the mills or even for the industry as a whole (see Davis and Stettler, “New England Textile Industry,” and David, Technical Choice).Lazonick and Brush, in “Horndal Effect,” pointed out that a variety of factors might influence productivity over the long time frames studied, such as the organization of the workforce and the level of effort extracted.They attempted to show the effects of these factors.Nevertheless, Lazonick and Brush’s data do show individual learning curves.An individual in 1850 might begin learning at a different level than an individual in 1830 because of differences affecting the entire mill, but both individuals appear to improve performance dramatically within a year or two as the result of individual learning.

9. F.G.A., “Susan Miller.”

10. For example, the cohorts shown in Figure.2.1 earned $8.54 on average during their first month on the job; female schoolteachers in Massachusetts earned $11.28 per month around this time.Most of the weavers could have taught school, and many did.See Bessen, “Technology and Learning,” for more details.

11. Bessen, “Technology and Learning.”

12. These estimates were obtained two different ways, using data on alternative wages and on skill premiums earned.See Bessen, “Technology and Learning,” for details.

13. Shlakman, Economic History, p.147.

14. Barnett, “Introduction of the Linotype”; Barnett, “Chapters”; Brown and Philips, “Craft Labor and Mechanization”; Chin, Juhn, and Thompson, “Technical Change”; Gordon, “Who Turned the Mechanical Ideal?”; Gray, “Taking Technology to Task”; Nelson, “Mass Production.”

15. Sokolo., “Was the Transition...?”

16. Bresnahan and Greenstein, “Technical Progress and Co-invention.”

17. Black and Lynch, “How to Compete”; Bresnahan, Brynjolfsson, and Hitt, “Information Technology”; Lynch, “Adoption and Diffusion.”

18. Brynjolfsson and Hitt, “Beyond Computation,” p.27.

19. Brynjolfsson, Hitt, and Yang, “Intangible Assets.”

20. Autor, Levy, and Murnane, “Skill Content.”

21. Gawande, Complications, p..19.

22. Darby and Zucker “Change or Die”; Darby, Zucker, and Welch, “Going Public”; Zucker, Darby, and Armstrong, “Geographically Localized Knowledge”; Zucker, Darby, and Armstrong, “Commercializing Knowledge”; Zucker, Darby, and Brewer, “Intellectual Human Capital”; Jensen and Thursby, “Proofs and Prototypes.”

23. Bahk and Gort, “Decomposing Learning”; Jovanovic and Nyarko, “Bayesian Learning”; Argote and Epple, “Learning Curves.”

24. Boston Consulting Group, Perspectives on Experience; Thompson, “Learning by Doing.”

25. Bessen,“Productivity Adjustments.” This study of thousands of plants also shows that ramp-up is associated with increases in “multifactor productivity.” Multifactor productivity is a measure that attempts to account for changes in capital per worker and materials per worker.

26. Alternatively, employers might learn which workers are more productive and let the others go.In this case employers are learning, and there is another sort of human capital investment.

27. Rosenzweig, “Why Are There Returns to Schooling?”

28. Foster and Rosenzweig, “Microeconomics of Technology Adoption.”

29. Abowd, Lengfirmann, and McKinney, “Measurement of Human Capital.”

30. Much of the remaining variation in wages is explained by firm-specific characteristics and unobserved factors.

31. Lane, Ships for Victory, p.202.

32. Thompson, “How Much?”

第三章
缓慢革命

我们都中了“革命性突破”的毒。

迪恩·卡门在梅里马克河上游距离洛厄尔40英里的地方工作，他是新罕布什尔州曼彻斯特市一家改良纺织厂的工人。他成年后一直致力于发明创造。20世纪70年代还在上大学时，卡门就发明了第一台能自动为糖尿病患者注射药物的输液泵。他还发明了便携式透析机和能爬楼梯、能在崎岖地形行走的轮椅。

2001年，卡门已是公认的医疗设备发明专家。他之后发明了一种不同以往的东西——一次真正的突破，能够极大地影响数百万人的生活。2001年12月，在民众对一项代号为“Ginger”的秘密项目长达几个月的猜测后，他在《早安美国》节目上推出了赛格威。赛格威电动踏板车是一种双轮自动平衡电动踏板车，能够让人以每小时10英里的速度在路上直立前行。大量的宣传在赛格威推出后纷至沓来。《时代周刊》形容它“重新定义了轮子”，技术专家称之为“与个人电脑的推出一样意义重大”，“也许比互联网还伟大”。卡门声称它将取代城市中的汽车，史蒂夫·乔布斯预测，未来的城市在规划时会以它为中心。

这样的一些宣传，不过是新科技产品推出后的炒作。我们之所以会相信，是因为在过去，技术已经极大地改变了社会，所以我们会对可能带来的新的转变感到兴奋。对于想要推进重大改变的先锋人群来说，过去足够令人信服。除了大肆宣传，对于突破性想法的关注也是一种误导。没有任何城市在短时间内会围绕两轮踏板车来做规划。也许赛格威有一天会被广泛使用，但在其推出十多年后，对它的嘲笑多于赞扬。

从历史的角度来看，对它的嘲笑并不完全公正。在19世纪90年代，汽车也被大多数人嘲笑为富人的玩具。但自那以来，城市及郊区的确围绕着汽车在规划。汽车革命没有在一夜之间发生，也不是某一个“天才”的想法直接改变了社会。单一的技术没有改变社会，改变社会的是知识。汽车发挥革命性作用，需要随之而来的实现条件——为提升这项技术所进行的大量渐进式创新，以及装配工人、司机、机械师、修路工等

习得了大量的常识和细节性知识。而这一过程花费了几十年的时间。

重要的新技术通常要经历很长时间的连续创新，一系列的改进，新知识、新技能接二连三地被开发出来。这一过程的核心——也是为什么需要这么长时间的原因——是通过实践来学习。工程师、机械师和普通技术工人都要通过实践来获得新知识和新技能。

一夜成功所需的几十年

几十年的延缓期并没有那么不寻常。技术不断出现，一个创造性的想法实现商业化之前，需要花费几十年的时间；取得商业成功，要花费的时间也许更长；工人和消费者要从中获得重要收益，更是遥遥无期。许多最近的信息技术创新，在几十年前就有人预测到了。人工智能的应用在20世纪50年代被首次提出，如今成为现实。电视和双向通信，早在19世纪70年代的科幻小说和通俗文学中就被描述过。1878年，《庞奇》杂志的年鉴登出了一幅描述所谓“视频电话”（telephonoscope）的漫画，据说概念来自托马斯·爱迪生，这种电话能实时传输视觉图像与声音。20世纪50年代，美国电话电报公司开始尝试开发可视电话，并在1964年的纽约世界博览会上展出其成果。但可视电话太笨重，太昂贵。[注]20世纪八九十年代，人们用电脑做了更多的尝试，但视频通话直到近些年才变得普遍。Skype（一款即时通信软件）、谷歌环聊，以及苹果手机上的Facetime视频功能，与可视电话概念相同，但功能增强了许多。

表3.1 商业化流程

发明	首次获得专利年份	首次实现商业化所需时间（年）	繁盛期（年）	总时间（年）
圆珠笔	1938	7	28	35
DDT（一种杀虫剂）	1874	68	12	80
荧光照明	1859	74	2	76
氟利昂制冷剂	1931	2	36	38
回转罗盘	1852	56	55	111
喷气发动机	1791	153	17	170
磁记录	1898	41	26	67
尼龙和贝纶	1930	9	34	43
青霉素	1928	16	7	23
雷达	1904	31	17	48
无线电广播	1900	15	51	66
宇宙火箭	1925	19	23	42
链霉素	1921	23	23	46
电视机	1905	35	33	68
晶体管	1948	7	13	20
静电复印	1937	13	25	38
拉链	1891	32	63	95
平均值		35.4	27.4	62.7
中值		23	25	48

资料来源：朱克斯、索尔思、斯蒂尔曼所著《创新源头》，基奇所著《专利系统的属性和功能》，戈特、克莱珀尔所著《时间路径》

表3.1总结了一些重要发明的推行情况。通常提出最初发明构想的人都淹没在了历史里。这些构想最终发展到了可申请专利的地步，然而发明家并不总会去申请专利。随后，经过二三十年或更长时间，这些想法首次实现商业化。一项针对49项重要发明的研究表明，从获得专利到首次实现商业化的平均时长为29年。注但一项发明的首次商业化通常都是失败的，即使成功，也可能只是代表了已有技术的边际改进。通常，其他公司会对原始发明进行创新改进，然后推向市场。这个进入和改进的周期可持续几十年。最终，进入该行业的新公司数量不断减少，创新

的步伐变慢。要么一些公司开始退出该行业，要么多个公司合并。一个行业的“放缓”发生在许多公司退出时，这让行业发展进入成熟阶段。另一项针对46项重要发明的研究表明，从首次商业化到行业放缓的平均时长大约是29年。因此，从一项发明刚发展起来到需要申请专利，再到市场成熟会耗费五六十年时间，这一点儿也不稀奇。

为什么耗时这么久？几乎无一例外地，发明者都要经历漫长的反复试错的阶段。有时是在室内实验室里，有时则要在实践中学习。一些情况下，比如在发现青霉素的抗菌特性的过程中，偶然因素起到了很大作用。但即使在这种情况下，仍需要艰苦的实验，将有效成分从霉菌中分离出来，并弄清楚如何大量生产抗生素。在其他情况下，商业化的实现，必须先完成互补技术的改进。回转罗盘需要精密加工，喷气发动机需要先进的冶金工艺。这些技术的发展都经历了漫长而缓慢的过程。

复杂性

为什么反复试错是必需的？因为技术很复杂。一般来说，新技术要求大量变量能得到适当控制。亨利·贝塞麦利用氧气精炼熔铁，但该方法要求必须温度适宜，容器大小合适，耐火内衬和矿石选用得当，空气量也要适当。甚至一些非常古老和简单的技术，如用纺纱机从棉纤维中提取出纱线，也需要控制大量参数。纱线缠到纺纱机的纺锤时，可能会断。而断纱的可能性，与每天都在变化的温度和湿度、棉花的质量、纱线细度，以及捻线的力道都有关系。纱线的张力必须小心控制。太松纱线会缠结，太紧则会断。最糟糕时，一次可能绷断几百根线。这些变量意味着，织工有效操作新机器，需要有能在复杂环境中运用起来的重要技能和知识。

这种复杂性的来源似乎可追溯到人自身。人们常说，创意是人类与其他物种区分的标志。但这并不完全正确。一个例子即可反驳，原始人类想出了将石头当工具来用，但猴子和海獭也会用石头锤东西，做其他事。真正将早期人类与其他物种区分开的，不是能不能想出技术方法，而是能够改进这些想法以应对复杂的自然环境。最开始，人类可能也是用石头来捶打东西。但到新石器时代，他们已经开发出了许多不同的石头工具——斧子、扁斧、凿子、箭头、刻刀以及其他工具——每种都有

特定的用途。此外，他们用最棒的生产技术——碎石技术，来制作这些工具。这一技术，即使是考古学专业研究生，在经过一个学期的反复试错后，都很难掌握。这种复杂的专业性使早期人类能够制造各种石器工具来处理问题。说到底，是自然界，或人类想从自然界获取事物的复杂性，让技术变得复杂。

复杂性首先解释了为什么学习需要时间：复杂的技术涉及许多必须控制的参数。要找到正确运用这些参数的方法需要做很多研究。因此，新技术知识最初往往是试探性的、不确定的：大部分知识是借助经验和实验习得，且没法轻易传授，许多知识只能意会。

因此，亨利·贝塞麦研制和示范了一套全新的炼钢方法，但他的方法在最开始的实际运用中失败了。当时的科学知识不足以提供指导。贝塞麦不得不研究那些运用失败的钢铁厂的炼钢过程有何不同，他一个一个测试差异，最终发现他的方法需要使用含磷量低的矿石，而那些由他授权使用此方法的钢铁厂用的矿石含磷量较高，这就是失败的原因。但即使基础科学知识有了更好的发展，要建造一座飞机制造厂或化工厂，仍极度依赖实验所得知识，例如，对化工厂组件进行的风洞实验。注

实验不光对工程师、管理者和机械师而言很重要，使用和维护新技术的人需要获得的技能和知识，常常比发明家和机械师还要多。正如我们所看到的，大量的普通工人，不论是织工、焊接工、程序员，还是外科医生，都要在工作中学习，来获取使用新技术需要的知识。

连续创新和经济可行性

重要新技术的成功并不仅仅依赖于一场实验的结果。贝塞麦需要解决用哪种矿石的问题，也还有其他问题需要解决，包括如何设计出最好的产钢容器，以及如何建造一座钢铁厂，来优化生产。因为技术是复杂的，所以推行过程就需要各种各样的实验。复杂的过程被分解成模块化的步骤，复杂的产品被分解为模块化的组件，这些步骤和组件都旨在改进提升。

通常，一系列的改进会逐渐发生，也就是说，创新是连续的。纺织行业就是这样。在第一代动力织布机出现后，单位织工的布匹产出率在

19世纪增长了20倍。这很大程度上是连续创新的结果。其中一些发明将本来需要织工手工完成的任务完全自动化了。其他则是部分自动化：让特定任务完成速度更快或是减少了机器运转的频率。19世纪，发明家申请了超过3500项织机技术专利。其中有许多是特定的改良或应用，比如地毯编织；少数发明（并非全部申请了专利）使得人均产出大大提高了。注而这一产出提高有1/4归功于织工本身变得更加高效——他们的技能提升了，工作更有成效。

并不是所有的技术都表现出这样的扩展式连续创新。小分子化学制品和医药产品一旦被发明出来，往往就会投入生产，即使监管部门要求药品上市必须经过临床实验。比如，经过对杀虫剂的多年研究，瑞士嘉基公司的科学家发现DDT有强效杀虫功能。这种化学制品早在19世纪就已合成，商业化所需的化学工程知识和技能早已准备就绪。DDT很快就投入了大规模生产，从某种意义上来说，这靠的是几代人对化学工程和化学合成的连续创新。

大多数时候，重要的新技术没有如此牢固的基础，持久的连续创新就显得更有代表性。纺织加工和19世纪各种各样的机械技术，以及20世纪早期电气技术都是如此，今天许多信息技术更是如此。推行的延缓与连续创新的关系太大了。

然而，连续创新的缓慢不仅仅由技术决定。技术进步有时可能要等到新的工程知识成熟才能实现，但其延缓却常常是因为经济问题。虽然发明家知道如何做出改进，且具备所有能力和工具，但是除非有巨大的利润预期，否则这一改进也不会被商业化。许多渐进式创新在发展之初看起来似乎价值不大，而其大规模发展很可能取决于普通工人学习到的技能。

剩余原则

让我们看看一种叫“断经自停装置”的发明的经济价值。这项发明的机械原理出现后很久，发明家才开始补充完善其可操作细节。一旦检测到经线断了，断经自停装置就会暂停织机运转。织机上的经纱是沿织机长度方向延伸的一串纱。这些纱有时会绷得很紧，在纺织过程中偶尔会断。经纱断时，织工不得不停下来，找到断头并把它们捻合在一起，检

查和修复布匹中的瑕疵，再重新启动织机。在此过程中，织机是空闲的。要是没有及时发现断掉的经纱，织工之后花在捻合断线上的时间会更长。因此经纱一断就暂停织机运转是非常有益的。

自19世纪初以来，机械师为许多机器发明了自停装置，但他们没有发明可有效检测经纱断线的自停装置。显然，这个设备并不需要更加先进的机械知识，也不需要一些有利的发现。它的原理和需求显而易见。然而，直到其能实现的经济价值大到足以激励发明者投身开发以及纺织厂主采用时，断经自停装置才被发明出来。

这个发明的收益随着每位织工每小时生产出更多的布而增长。让我们来算一算，假设使用断经自停装置能使一名织工在修复一根断线过程中省下6秒时间，再假如，一台织机平均每织三码布就会弄断一根经线。如果按1810年手摇织布机刚问世时的织布速度算，这项发明仅仅让织工在整整一年里多生产了三码布。这多生产出来的三码布，完全无法弥补安装断经自停装置的成本。然而，到1833年，在一些任务实现自动化后，每名织工往往能同时操作两台速度快得多的织布机，每名织工的产出量也更高了。现在每根断线节约6秒，会让织工每年多生产100码的布。半个世纪后，到1883年，更多的任务实现了自动化，断经自停装置使得这些织工每年多生产出600码的布。此外，自动化让织工可以同时操作更多台织机，他们往往很难近距离查看某台织机，因此在大量有缺陷的布料生产出来前，都不能及时发现断线问题。

到了19世纪80年代，这项发明的收益变得可观起来。当然，收益并不仅仅限于那些多生产出来的布匹。它还与当时的工资水平、开发一个自停装置的成本、测试许多不同版本的自停装置以找到最好版本的成本，以及将自停装置运用到生产中去的成本相关。但是考虑到19世纪末北美的工资和物价水平，以及有技能的机械师的人才储备，每年600码布足以应付这些开支。

1895年诺斯罗普织机的发明——它能自动为梭子绕纱线环——使得每名织工的产出翻倍，断经自停装置的收益更大了。也是从这时开始，我们看到关于这些装置的专利申请变得多起来。1880年以前，每十年间授予断经自停装置的专利不超过三个。19世纪80年代，有6项专利被授予断经自停装置；19世纪90年代有97项；从1900年到1909年，总共被授予211项专利。之后，随着成功的设计被广泛使用，专利数开始下

跌。[注]

威廉·德雷珀的公司将诺斯罗普织机商业化，并生产了一些断经自停装置，他在1903年写道：“断经自停装置的理论早已出现，但一直未在实践中开发，因为在诺斯罗普织机发明前，并没有必要使用自停装置，织工肯定是在几台织机旁待命，监督它们很容易。”

因此，更广泛的自动化应用，增加了纺织厂主采用断经自停装置的潜在收益。一项在1803年或1833年还没有运用到商业上的发明，到1883年就被商业化了，而到1903年则变得相当重要。这说明了一个更广泛的法则，我称之为“剩余原则”：还在执行过程中的某个任务，或一个产品中某个组件的成本，随技术发展降低了，或是它的性能增加了，那么剩下的任务或组件的性能价值就会增加。织布的其他步骤实现了自动化，解决经纱断线的价值就变高了。纺纱越快越便宜，纺织的价值就会增加。计算机的速度提高，成本降低，软件的价值就会增加。[注]这一原则适用于某台机器的独立组件，也适用于由互补步骤组成的庞大进程。

这些相互作用之所以会发生，是因为技术也被模组化成可互相补充的部分：复杂的技术流程被分解为多个步骤，复杂的产品被分解为多个组件，以更有效地开发和共享知识。[注]每个模块都与剩余的部件相互补充，因此，改进一个模块，会提升另一个模块的性能和回报。在发明家认清其价值之前，断经自停装置和许多其他发明必须等待技术的发展。

技能与连续创新的长周期

在单个织工的产量达到高水平前，断经自停装置对于发明家来说，并不具有可行性。然而产量的高低不仅取决于早期发明，还与其对应的新技能发展有关。在19世纪末20世纪初，印度、中国和日本的纺织设备与西方相同，但产量比后者少很多。显然，在这些国家，自停装置的收益少得多，也许根本就不能投入实际工作中。

这种学习也不是一蹴而就的。机器改变了，操作技能也需要相应改变。一连串不间断的连续改进意味着织工必须定期学习新技能。能否通

过新的改进释放潜在生产力，取决于员工在工作中不断学习的能力。

例如，到1840年，织布技术得到了极大提升，织工有能力同时操作三四台织机。但最开始并未发现这种能力，以至于在许多年里，纺织厂都没有为织工分配更多的织机。1842年经济萧条时期，洛厄尔的织工开始被要求尝试操作三台织机。当时，一位熟知美国和英国纺织技术的纺织厂主詹姆斯·蒙哥马利，觉得织工肯定无法掌控三台机器。起初他是正确的。工厂不得不放缓织机的速度，让织工有时间处理所有必要的任务。但在接下来的一年半时间里，这些织工因为早些时候已对操作两台织机相当有经验了，便能以同样的速度操作三台织机。几年之内，一些纺织工甚至能够操作四台织机。到19世纪50年代，单位织工的产出量大幅增长，这些新技能功不可没。而在这期间，设备方面几乎没有进行过额外改进。

吸引纺织厂投资断经自停装置的经济原理，同样吸引它们在技术性能提高的同时，对更高的劳动力技能进行投资。假设一名织工经过努力学会了一项新技能，也许是困难的快速打结法，可以让她引线的速度快6秒，那么，这项技能值得她或她的雇主学习吗？注我们也可以用衡量断经自停装置价值的方法来衡量她的技能。如果在1833年，她操作一台手摇织布机，这项技能能让她一年多产出三码布。这根本不值得她花如此多的时间学习。但在1883年，她的孙女能同时操作5台织机，每年可以多生产600码布，这就值得花费大量时间尝试不同的打结技术和方法，以提高修复断线的能力。随着19世纪越来越多的纺织工作变得自动化，在剩余工作上精进技能的经济激励增强了。纺织厂主愿意在人力资本上进行投资或提供奖励（通过计件工资），来鼓励织工投资获得这些技能。

他们也的确这样做了。在第二章我已经讲过，雇主和工人为加快工作速度所进行的总投入，能够被量化。从19世纪30年代到50年代，人力资本投资大约增长了三倍（从47美元到162美元），而当时每名织工操作的织机数从两台增加到四台。到了19世纪80年代，人力资本投资大约又翻了一番，而当时织工可同时操作5台织机。虽然之后织工手上的工作少了，但人力资本投资却增多了。他们的技能种类并未增加，但原有技能更精湛了。

这一发现推翻了大众观点。有一种简单的观点认为，如果更多的工作因技术实现自动化，那么对技能的需求就会减少，因为需要学习的工

作变少了。持有这一观点的卡尔·马克思认为："工人们使用工具的技能，连同工具，被一起转移给了机器。"[注]也就是说，随着机械化程度不断加深，科技会减少对有技能工人的需求。但事实却并非如此。一般来说，技术不是"去技能化"的。技术对技能的影响是一把双刃剑。一些工作的自动化减少了对与这些工作相关技能的需求；但另一方面，更大的产出量增加了对剩余工作技能的需求。就纺织业而言，后者的影响占了主导地位，19世纪对熟练工人的需求增多了。计算机技术也有类似的双面效应：电脑减少了对常规技能的需求，但是对非常规技能的需求增加了。[注]虽然有些技术消除的技能工作比它们创造的更多，但是剩余原则确保了技术并不总是"去技能化"的。

缓慢的反馈环

重要新技术的渐进式提升通常既漫长又缓慢：发明之后，有一个学习期。需要学习如何更好地利用这一发明，如何更好地安排工作，以及如何安装和维护这一技术。使用新发明的工人，得学会从中获取最大收益的技能。

在某些情况下，这些新知识为新的改进提供了想法。[注]发明家常常在使用技术的过程中想到改进它的方法。例如，罗斯·汤姆森改进缝纫机的专利，就是在出售这种新技术的过程中诞生的。[注]有时，新的发明会带来结构变更，这也需要学习和尝试。所有这些通过实践学习的过程提高了人均产出，反过来又推动了更进一步的渐进式创新。发明家开始致力于下一阶段的创新，新的循环开始了。

随着织机效率不断提升，各种各样针对纺织的新改进有了经济价值。最初的改进是那些绝对回报最大的，比如自动织机边撑，它能自动让所织布匹的边缘保持笔直，以及让纬线成叉状，这样一旦纬线断了，织机便会停止运转。这些改进进一步提升了织机的产量，让更多的改进有了利益驱动。

同时，互补技术，如蒸汽动力自身也在循环改进。这些技术的缓慢发展影响了纺织技术的前进步伐。只有在织机的运行速度变快之后，一些纺织技术上的改进才有可能实现，也只有在动力成本降低之后，织机的运行速度才有可能变快。因此纺织技术的改进也取决于水力涡轮机和

蒸汽机的进步，以及工厂对更高效发电的需求刺激。这些技术是相互依存的。每一种技术的学习和发明周期都会影响其他技术的发展。

纺织技术受益于源源不断的改进，19世纪末期单位织工的产出是19世纪初的50倍。单位织工的产出每19年大概翻一番，并以基本恒定的速度持续增长。就如同半导体芯片遵循摩尔定律，纺织技术的生产力也呈指数级增长，尽管速度相对较慢。

其他技术革命也花了数十年时间的酝酿才成功。例如，第一家发电厂于1881年成立，但直到20世纪20年代，电气化对经济生产力的影响都很小。经济史学家保罗·戴维认为，要让电力实现收益，不仅要弄懂如何安装、操作以及维护新电力设备，还得要搞清楚如何设计新工厂，改进工作流程，重新组织生产。要开发这种新知识，以及按新方法培训管理人员和建筑师，都需要大量时间和实验。

类似的模式似乎在信息技术领域同样适用。20世纪八九十年代，计算机被广泛应用于许多行业，但这些行业似乎并没有显示出生产力提高的迹象。然而，还是有一些公司靠计算机取得了巨大收益，尤其是那些制定了新的有组织实践活动的公司，这些实践活动让员工与客户，以及供应商一起学习和共享知识。具体包括开展职业培训、举办会议，非管理层的员工可以说出自己的关注点，重新设计工作流程，帮助管理层员工进行分权决策。同时，计算机系统也在逐步发展，每次进步都贯穿着批判式的学习。

互补创新和连续创新的动态整合解释了为什么软件行业在申请专利前也具有创新性。因为未来的回报有时是如此之大，以至于创新者通过现在分享他们的知识就能受益。

重要的新技术要具有“革命性”，只有经过长时间的实践和渐进式提升才能实现。光有突破性的想法是不够的。但通过实践和实验来学习花费不菲，且过程漫长。实验涉及寻找有生产力的技术：检测和淘汰差的技术，只为找到好的技术。这通常意味着在很长一段时间里，工人技能水平不高，生产力低下，只有在开发出更好的技术后，原来那些技术才会被淘汰。然而，其实还有更好的办法：如果知识可以标准化、规范化，就可以被编进教科书中，在学校里被传授，学习的速度就能变得更快，成本变得更低。

1. Du Maurier, “Edison’s Telephonoscope.”

2. Kitch,“Nature and Function of the Patent System,” using data from Jewkes, Sawers, and Stillerman, Sources of Invention.

3. Gort and Klepper, “Time Paths.”

4. Auerswald et al., “Production Recipes Approach.”

5. Rosenberg and Steinmueller, “Engineering Knowledge.”

6. Bessen, “More Machines.”

7. These times are rough estimates, but nevertheless illustrative of the remainder principle.See Bessen, “More Machines,” for actual times.

8. If the development of the improvement or its implementation involved an indivisible fixed cost, then these costs would act as a threshold and improvements would not be made until they were sufficiently pro.table to cover the fixed costs.If, on the other hand, the costs were not necessarily a large lump sum and/or there was substantial heterogeneity in these costs, then the effect of greater profitability on inventive activity would be more continuous.In either case, the remainder principle explains why the process is sequential over a period of time.

9. Draper, “Continued Development.”

10. David Landes, in The Unbound Prometheus, described this pattern during the Industrial Revolution as one of “challenge and response” after Toynbee.

11. Baldwin and Clark, Design Rules.

12. Weavers were paid mainly on piece rates, so they would benefit directly from learning this skill.A weaver on an hourly rate would only benefit to the extent that her employer raised her pay for acquiring such skills.

13. Marx, Capital, vol.1, ch.15.

14. Autor, Levy, and Murnane, “Skill Content.”

15. This is why new inventions so often come from skilled workers and managers: there is “user innovation.” See Eric von Hippel, Sources of Innovation.

16. Thomson, “Learning by Selling.”

17. This topic is explored in Rosenberg, “Technological Interdependence.” The Corliss steam engine not only provided cheaper power, it also regulated the power supply in response to demand changes, which improved the ability to manufacture finer textiles.See Rosenberg and Trajtenberg, “General Purpose Technology.”

18. This output is based on the amount of cotton processed per textile worker, not just weavers.

19. Moore’s Law predicts that the number of transistors on a semiconductor chip (and, roughly, the processor speed) doubles about every two years.Both the exponential growth in textiles and in semiconductors can be viewed as the outcome of a process of coordination between a base technology and complementary knowledge/products.

20. David, “The Dynamo and the Computer.”

21. Black and Lynch, “How to Compete”; Bresnahan, Brynjolfsson, and Hitt,

"Information Technology"; Lynch, "Adoption and Diffusion."

22. See Chapter 11, and Bessen and Maskin, "Sequential Innovation."

第四章
标准知识

作为一名来自西伯利亚的可塑之才，德米特里·门捷列夫很早就显示出了对自然科学的热爱，但他在申请莫斯科和圣彼得堡的大学时却处处碰壁。在多次被拒后，1850年，他终于成功进入了他父亲的母校——圣彼得堡师范学院，成为一个培养科学教师项目的后备军。他的职业生涯自此开始，1867年，当圣彼得堡大学开设教授职位时，他荣誉当选。新的职位要求他教授之前从未教授过的无机化学，在准备这门课时，他发现没法为学生找到一本合适的教科书，于是他决定自己写一本，也就是《化学原理》。

当时，化学是一门实验性很强的科学，没有什么扎实的理论来组织知识。学生们只好记下大量的实验结果。尽管化学要分析“原子”，但原子究竟是什么，人们还是知之甚少，甚至连它是否存在都无法确定。为了帮助学生们理解这些经验性知识，门捷列夫发明了一种结构性图表。他将每种元素都记在一张卡片上，并列出其化学性质，再根据实验测出的元素原子重量将它们排序。他和一部分人注意到，一些化学性质会反复出现，于是他将所有重复出现的化学性质排成一列，制成一张二维图表，如今我们熟知的元素周期表诞生了。

在推广化学知识上，这一简单改变对门捷列夫的学生来说受益匪浅。它还有两个更深远的影响，其中一个尽人皆知，另一个鲜有人知。第一，表中留有“空位”，门捷列夫预言将有新的元素被发现来填补这些位置；他同样根据表中的位置，精确预言了这些元素的化学性质。第二，很少有人知道，因为化学知识的标准化，元素周期表让培养化学家的过程变快变简单了。学生们不再需要学习和消化成百上千个看起来毫无联系的实验结果。他们能够通过元素周期表极严谨的组织结构，推断出某个元素的化学特性。注 门捷列夫的《化学原理》一共再版了13次，并且还有法语、德语和英语版本。

化学知识的其他方面也在同一时间变得标准化，包括有机分析与合成的基本技术。这些化学知识的新的呈现方式，改变了化学教育以及化学工业的性质和结构。这些改变包括：

教育的规模：在19世纪初，化学家的教育，主要是在顶尖科学家的实验室以学徒身份完成的。然而实验室的数量很少，因此培养出来的学生也很少。知识的标准化降低了这一过程所需的财力和时间，促进了化学家的培养。到1899年，在德国的大学和理工学院，总共有2万名化学系学生。

工业研究和工业规模：培养的化学家增多，使得建造研究更大课题的大型研发实验室成为可能。比如，在1884年，拜耳公司只聘请了八九名化学家来做产品测试。1889年，为从拓展的新科学中受益，实验室被投入使用。十年后，该公司聘请了144名化学家。“发明的工业化”对于靛蓝染料的合成至关重要，这一技术在1904年臻于完善。

化学家的劳动力市场：德国的大学和理工学院培养了大量的化学专家，他们被化学公司聘用，德国的化学家劳动力市场因此变得繁荣。

教育和发明的地理分布：在关键知识标准化以前，化学家的培训主要集中在少数实验室，靠面对面交流来完成。发明也主要诞生在这些实验室中。标准化的知识可以靠教科书和其他正规训练方法来传授，这使得化学知识和发明可以扩散到其他地区。

专利的运用：知识变得更易理解，就意味着生产特定化学产品的新公司更易进入市场，竞争加剧，导致公司为保护发明，更加倚重专利。对化学专利的使用在19世纪60年代后飙升。

19世纪60年代化学知识的标准化有着深远的影响，类似的例子不胜枚举。技术知识的标准化促使有特色的经济行为模式开始出现。它加速了互补性知识的发展，加快了连续性发展的步伐，改变了学习的规模和性质。它改变了产业、市场，以及工人从他们的技能和知识中获益的能力。

什么是技术知识的标准化？

当用来描述和实现技术的技术参数减少，知识被简化，技术知识就会变得标准化。标准化通过减少必须传递的信息量，使知识更容易被获取和交流。例如，通过元素周期表，化学家只需要了解元素的原子序数

这一简单信息，便可以推断出元素的化学性质。元素周期表中，倒数第二列化学元素（卤族），与氢反应形成酸。在元素周期表发明之前，化学家需要一种接一种地研究元素的化学特性——氟与氢反应生成氢氟酸，氯与氢反应生成盐酸，以此类推。元素周期表是科学概念化的一个例子，它从大量的实验或观测数据里总结出了一个简单的原则。根据几个简单的基本特征，便可确定一些简单的事实。其他例子还包括牛顿运动定律，以及描述电磁场的麦克斯韦方程组。

知识的标准化还以其他各种各样的方式发生着。“汇编”，即将知识写下来，或用特定的语言记录它，就是一种简化技术知识的标准化方法。[注]另一个常见的形式是技术标准，它是限制在技术推行过程中使用的各种技术参数范围的一种规范或要求。这些限制可能是针对原材料的，比如转炉炼钢过程要求铁矿石含磷量低。技术标准也可以是针对产出的，比如标准的棉布，对线的数量和尺寸均有要求。标准也可能是针对操作条件的，如纺纱时对环境湿度的要求。

技术标准可以是由公司发布的正式记录下来的标准，比如Adobe公司发布的用来驱动电脑打印机的页面描述语言标准；也可以是被政府机构正式认可的标准，如由欧盟委员会授权的GSM（全球移动通信系统）移动电话标准；还可以是由行业标准制定组织，比如IETF（国际互联网工程任务组），这是一群由工程师组成的志愿者团队，旨在为互联网定下标准。标准可以是非正式的，只因其在推向公众市场过程中所表现出的优点而变得标准化。比如，打字机QWERTY键盘，并非由任何组织正式授权。[注]最后，标准还体现在组织中，它们往往是“标准操作程序”的一部分，正式或非正式地描述了组织遵循的例程。[注]这些例程也是技术知识的一种。

知识标准化的信息优势远不止促进了知识培训，它还会影响市场。大多数商品市场需要依靠技术标准来传达质量、安全，以及其他特性的信息。比如，小麦品种的标准化，让购买“硬红春小麦”的买家，知道其含有13%~16%的蛋白质，以及易研磨等其他品质。

技术标准也能促进互补产品的市场协调。相容性标准允许独立生产商制作出能相容的组件。比如，互联网标准让网络硬件和软件制造商以及网站制作者能独立开发组件，保证这些组件可以兼容。大部分关于技术标准的经济学文献侧重于研究相容标准和协调问题。有时由不同公司

制定的多个标准，会为了争取主导地位而相互竞争，如VHS（家用录像系统）和Betamax系统。注这些竞争会推迟主要标准出现的时间。

最后，标准化的进程也大有裨益。标准化通常简化了技术中一部分知识的表述，但仍需习得额外的知识。因此，正式标准随时间的推移而改进，像个人电脑上的Wintel架构（Windows-Intel架构）这样的主导设计，也常会用新版本和更多功能自我改进。

一些知识标准化的效果

标准化能够改变一个行业，就如同它在19世纪改变化学工业一样。考虑以下我在第一章描述过的内容：

1.培训的性质。标准化的知识比较简单，它更容易被教给更多的学生或学员，从而更容易被复制。学生可以从课本和课堂上学到。这种教学方法，比一次性的在实践中学习更有效率。因此，元素周期表意味着关键性的化学知识在课堂上就能学到，而不必在实验室里试错。当然，化学家仍需从实验中学习，包括个人探索，元素周期表只使得一部分化学知识实现了标准化。

2.培训和生产的规模。培训成本的降低，使得培训更多的人变得可行。培养出更多的工人，也就能在生产或研究中投入更多人力。化学知识的标准化促进了德国的大学和理工学院对化学家的培养，进而促进了更大型研究实验室的增多。

3.地理分布。在技术知识进入教室前，它通常必须首先在已掌握了该技术知识的人的指导下，在实践中习得。出于这个原因，尚未高度标准化的技术知识，往往在如硅谷这样的地方密集发展。当知识标准化程度提高后，直接经验和人对人的指导变得不再那么重要。此时，技术就可以在全球范围内传播。硅谷研发的半导体工艺过一段时间后就会输入到中国台湾和新加坡。注

4.知识产权战略。共享新知识通常对新技术的发展至关重要。当知识不能通过正式文件传播时，它主要得通过人与人的沟通来共享。在一个员工跳槽、工人移民、工人间非正式的交流是知识共享的主要渠道的环境中，知识产权政策诸如贸易保密法、竞业禁止协议很大程度上限制了这种信息传播。当知识标准化程度更高时，它就可以通过正式文件传播，因此许可限制和专利保护就不一定会抑

制交流。企业根据技术知识传播所制定的策略，常随标准化而改变。

5.劳动力市场。正如标准化会影响商品市场，它在劳动力市场也很重要。特别是，它促进了劳动力市场的发展，弥补了拥有新技术相关技能的工人数量。

这些标准化的效果能够颠覆各行各业。

破坏性创新

1994年12月的一天，在佛罗里达州的奥兰多，时代华纳的董事长杰拉德·莱文，站在500名记者、特邀观察员和技术负责人面前，打开了世界上第一个互动电视系统。他说：“这是通向改变必经的一步……有一天，所有的信息出版商都必须明白互动电视产生的意义。”这是新的突破性技术。

这种融合了电视、电子通信和数字计算的新技术有着大好前景。很快，人们会用电视机和遥控器检查他们的银行账户余额、转账，购买食品或衣服，或与对手玩远程视频游戏。他们可以把屏幕上的优惠券和其他影像直接打印下来。电影、电视节目、广播新闻可以根据需要暂停、快进或回放；曲棍球或棒球比赛将给观众提供多个可选择的摄像角度。莱文承诺，关于“数字融合”长久以来的期待，终于要变成现实了。

在20世纪五六十年代，科技公司曾研究过通信、计算处理，以及电视技术的融合，但诸如美国电话电报公司可视电话这样的尝试都失败了。早期的硬件又贵又慢。但现在，莱文和其他人意识到，现有的硬件已可实现这一融合。

这一突破性技术的大好前景——以及据此向消费者收费的钱途——引发了20世纪90年代电脑、电话和有线电视公司的疯狂行为。《纽约时报》的科技记者约翰·马尔科夫，将其称为一场“争夺对家庭内外所有视频娱乐和新型电子信息控制权”的战争。[注]各家公司在软件和光纤电缆，以及开发新的电缆控制盒和精密的服务器上进行了大量投资。奥兰多计划需要的计算机代码行数比美国宇航局把宇航员送上月球需要的数量还多。为了提升自己在市场中胜出的概率，各家公司纷纷加入这一行

业——据贸易通信杂志《数字媒体》报道，大公司至少结下了348个联盟。

然而到了产品问世的时候，互动电视的对手互联网出现了。1994年，互联网只是有线电视的有限的、原始的替代品。但它发展飞快。到1997年初，互动电视推出两年多后，时代华纳意识到，互联网将超越互动电视，很有可能以后可在线购买产品。它在1997年5月终止了奥兰多计划。

为何管理良好、资金充足的公司中如此多英明的高管会犯这么大的错？人们很可能会说，他们在技术上押错了宝，互联网优于互动电视，这些高管未能意识到其中的技术差异。但基础技术的差异并不是罪魁祸首。本质上来说，互动电视和互联网几乎没什么差异。互动电视中使用的缆上控制盒是一台微型计算机，奥兰多计划中使用的电缆连接，与如今时代华纳为客户提供的宽带电缆服务很类似。互动电视用遥控器而不是键盘或鼠标作为其主要的输入设备，但许多互动电视系统可以添加这些设备。这些差异不能解释在市场接受度上两者最根本的不同。

此外，也不是说大型公司死守保守技术不放——莱文和他的同伴们知道，互动视频技术，不管以哪种形式出现，都是革命性的。他们在突破性的“破坏性”技术上下了大赌注。

克莱顿·克里斯坦森首次提出了“破坏性创新”（disruptive innovation）的概念。[注]运行良好的公司有时会被拥有新技术的公司超越和取代。通常成熟的公司可以在新技术上进行投资，但它们没有这样做，因为新技术刚开始都是边缘化的。相反，新成立的公司通常会瞄准市场空白，采用新技术。随着推行过程中技术的进步，它在更大的市场中变得更有竞争力，最终超越旧技术和主导企业。破坏的关键是技术改进，而技术改进来自更好的推行，标准往往是极大改变推行本质的关键。许多企业管理者会在突破性技术上赌赌运气，如同莱文那样。但要实现破坏性创新，建立最有效的促进广泛学习的方法也许更重要。

让我们来看看网上购物，这里有时代华纳在1994年对它的一些描述：

> 也许正在开发的最令人印象深刻的服务是购买生活必需品，这项服务由佐治亚州诺克罗斯一家刚成立的小型公司Shopper Vision开

> 发。在一个模拟世界里，顾客可以选择一个商店，然后浏览每个通道的视频画面。
>
> 他们可以先看一个全景，然后从左到右扫描某个通道，把具体的产品拿下架。使用拥有大型计算机运算性能的硅图公司机顶通信设备，顾客能够阅读产品标签，查看价格，买下它。该系统同样可以帮助人们根据类别或品牌名称寻找产品。只需10美元，Shopper Vision就会处理订单，不论大小，然后将它送到顾客家里。
>
> Shopper Vision的总裁桑迪·高曼表示，该服务在大约6个月后就能在奥兰多推行，届时将提供三家零售商——WinnDixie连锁超市、艾克德制药公司（Eckerd）、Drug Emporium药店的2万种产品。Shopper Vision希望通过邮递费、对参与该服务的超市收费以及视频服务的广告费来实现收益。注

这一想法在当时颇具革命性，但与今天互联网所能提供的服务相比则显得不够丰富。和Shopper Vision合作的只有三家零售商，没有地方小型商店在上面出售特产辣椒或精制咖啡。其功能尽管令人印象深刻，却可能并不是促进网上购物的正确方式。零售商无法为顾客提供其他信息，也不能征求客户意见，客户或专家也没办法评估产品，不能自动比较零售商提供产品的价格，没有办法拍卖二手或多余物品，也没有搜索产品的简单功能。我们知道，上述这些内容是在线购物吸引消费者的特征。我们也知道，到目前为止，在线食品店的表现远不如在线书店。目前的在线市场，比时代华纳、硅图公司或Shopper Vision里那些聪明绝顶的人所预想的还要活跃多样。

时代华纳失败了，因为它在试图开发一个高度复杂技术的同时，在谁可以使用、修改因而革新它的问题上实行了严格控制。约翰·马尔科夫指出，时代华纳认为“真正的”竞争在于谁将控制进入家庭的信息通道，因此它使用这个方法并不奇怪。时代华纳并没有考虑到改变借由这些通道传递的实际信息。排斥市场竞争对手也意味着限制了在实践中学习。

杰拉德·莱文不缺乏技术想象力，他的愿景是大胆和前卫的。他和他的盟友也不缺乏技术能力。但是他们缺乏社会想象力。互联网轻易击败了他们的努力，因为互联网的社会结构给了开发人员和用户许多从实践中学习的机会。互联网促进了自下而上的大众创新，而时代华纳的努力，虽然可观，但受到了严格控制。互联网使得成千上万的人尝试新想法，以改进推行过程。这些想法大多失败了，但成功的少数影响较大，

且常出人意料。集体努力的成果远远大于时代华纳及其盟友可能取得的成就，尽管它们可以投入数十亿美元。更重要的是，互联网聚集了更为多样化的人群的力量，这种多样性是创新急需的养料。这些创新者中，很多人达不到时代华纳或其盟友的要求。但通过互联网聚合在一起，他们在发展有用和有吸引力的服务上，比时代华纳更得心应手。

为什么互联网能大规模地促进学习，而时代华纳的尝试却没做到？互联网是建立在开放标准上的：其关于硬件和软件设备知识的关键要素是标准化的，而且这些标准化知识可免费共享。它们曾经（现在也是）由一些标准组织管理，比如IETF，该组织负责管理互联网设备兼容的关键方面，以及万维网联盟（W3C），该组织负责处理web（万维网）页面的基本软件。这些组织筛选硬件和软件设备的重要功能，以规范形式发布。标准化降低了获得参与互联网和web开发所需知识应付出的时间和成本。通过让从实践中学习变得更简单，标准化大规模地加速了重要的新知识的发展和共享。因为标准是开放的，大量独立的开发者和消费者都可以参与到互联网的学习实验中。

时代华纳对于互动电视这一突破性概念的押注失败了，因为该公司错失了更大的格局。它缺失了所有需要被发展起来的新知识。通过促进大规模的学习，互联网的开放标准使真正的突破成为可能。广泛共享的标准是互联网拥有破坏性力量的关键。

标准和人才市场

标准可以颠覆传统产业。它还能改变劳动力市场，影响技能、工作以及工资。建立在标准化基础上的颠覆，是工资停滞不前的关键因素。互联网和万维网催生了各种各样需要全新技能的新工作。

我会在第七章更加详细地阐述其中一种机遇。也许从那些需要更离散的技术的工作中，我们更容易看到标准化的影响。

比如，我们来看20世纪早期，一个被广泛接受的标准的出现，是如何开辟玛格丽特·凯利和其他许多年轻女性新的职业道路的。1911年，凯利被任命为美国铸币厂的代理厂长，职位级别仅低于内阁官员，是当时收入最高的女性政府官员。科罗拉多州国会议员爱德华·泰勒宣称：“凯

利小姐的任命，为女性在商业世界中的进步和发展，开辟了新的纪元。”凯利杰出的职业生涯始于15年前，当时她是一名公务员，在财政部从事速记工作。

对于女性而言，速记员是一个全新职业。玛格丽特的母亲或前几代的女性都没有从事过这一职业。大量女性能够成为速记——打字员，改变了办公室工作的性质，妇女的机会增多了。G.K.切斯特顿看到了妇女权利和速记员之间的联系，讽刺道：“一万名妇女在伦敦街头游行说‘我们不接受被人随意指挥’，然后就去当了速记员。”

一些速记的方式，在古代就出现了。19世纪，查尔斯·狄更斯等作家将其当作个人谋生工具。但直到19世纪70年代，速记都几乎没有被用在商业领域，并且几乎为男性所垄断，他们用特殊符号速记下听到的内容，然后将其整理成文。1873年，第一台取得商业成功的打字机的推出，改变了这一切。打字机的速度远远快于手写记录，此外复写纸也让复制变得更容易。这些优势促进了组织变革，为许多年轻女性创造了一个新职业。19世纪，办事员和秘书主要是熟悉整个公司运营的男性。秘书这个职位常常是通往管理岗位的一块跳板。打字机催生出了新的劳动力分工：商人可以向速记——打字员口述指令，后者会以速记方式记录下内容，再将其打出来。速记——打字员不需要对商业有全面了解，只需精通速记、打字、拼写、标点和语法。一个有高中文凭、上过6个月速记和打字课程的年轻女性就可胜任此工作。公司开始在19世纪80年代聘用速记——打字员，因此大量教授这些新技能的学校开始出现。到1882年，有276所这样的学校，1890年时则超过了1300所。

但和其他考虑这个新职业的年轻女性一样，玛格丽特只能在那些并不实用的课程中进行选择。每门打字课程只对应一种型号的打字机。不同型号的打字机键盘布局不同，所以学习如何在一种键盘上打字，对于获得需要使用另一种型号打字机来速记的工作没有任何价值。19世纪90年代初，在玛格丽特生活的新罕布什尔州，只有两所学校为年轻女性提供培训课程，一所使用雷明顿打字机，它的键盘布局和如今的QWERTY键盘差不多，另一所使用的则是不同布局的哈蒙德打字机。玛格丽特选择去波士顿上学，那里的打字学校提供操作不少于5种型号打字机的培训。

不统一的键盘标准限制了市场。购买雷明顿打字机的雇主不会聘用

使用哈蒙德打字机的员工。这限制了只学过在一种型号打字机上打字的学员的就业机会，减少了诸如玛格丽特这样的高中毕业生参加培训的兴趣。一些女性不愿意为培训支付太多费用，其他人则去寻找不同的工作。

19世纪90年代，一个共同标准出现了。1890年，哈蒙德公司开发出一种“理想”键盘，它被认为在技术上颇具优越性，而它的全新模型，就是QWERTY键盘。注其他制造商紧随其后，到1900年，QWERTY键盘占据了市场的主导地位。注

共同标准的出现统一了打字员的劳动力市场，提升了他们的技能价值。1870年，美国有200名速记——打字员，且几乎全为男性，1930年时，一路飙升到80万人，而其中96%是女性（见图4.1）。注在创建允许近100万年轻女性获得高薪的劳动力市场的过程中，打字机的标准化发挥了关键作用。虽然它不是推广打字机的唯一因素，但至关重要。

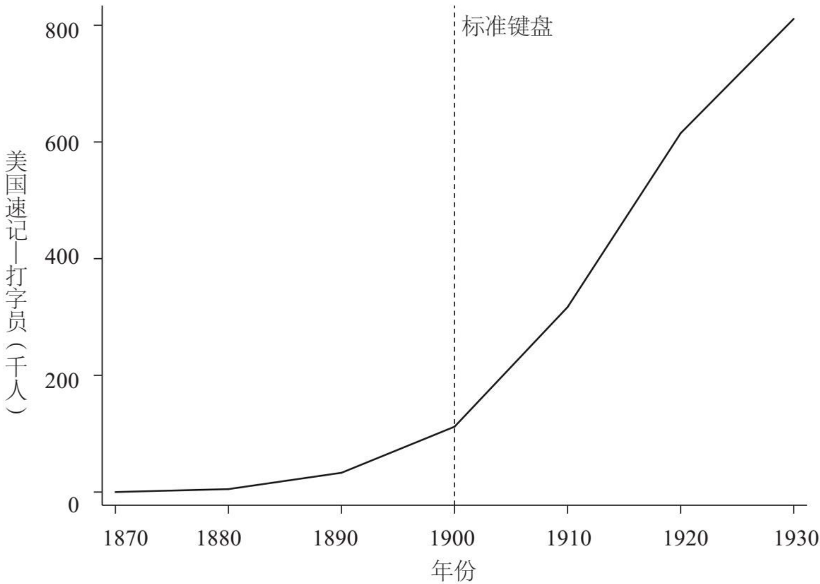


图4.1　键盘实现标准化后，打字员的数量猛增

资料来源：爱德华兹所著《1870年至1940年美国职业比较统计》中的表9和表10

打字机本身也是一个破坏性的发明，而标准化是其破坏性力量的关键。女性速记——打字员没有男性秘书那么能干；她不了解商业，通常也不会是某个管理职位的候选人，虽然偶尔也有如玛格丽特·凯利这样获得晋升的女性。从这个角度看，新的商业模式显得没那么重要。但打字员在某些任务方面表现优异，比方说抄录、复制文件。标准化意味着可

以展开大规模有效训练，这样便可以广泛采用新的商业模式。标准化为女性提供了许多就业机会。

大量被广泛认可的标准的出现，是打字员劳动力市场变得有成效的关键。QWERTY键盘的主导地位意味着雇主更容易聘到拥有相应技能的打字员，打字员更容易找到拥有相应设备的雇主。这种标准化带来的匹配优势，是与重要新技术相关的特定技能的共性。经济学家称这种优势为“网络外部性”，即一名打字员选择学习某种特定的键盘布局，不仅她会受益，对其他所有学习该类型键盘的打字员而言，劳动力市场都得到了改善。经济学家已经认识到网络外部性对新技术所起的重要作用，但他们主要是从战略行为上分析它。然而，同样的网络外部性对特定新技术成熟劳动力市场的出现，包括主导标准产生的延迟也有影响。

技术知识的生命周期

打字机“革命性”的影响，得等到技术循序开发和主导标准产生两个条件都满足时才能实现。然而主导标准的出现有时需要几十年的时间。1873年QWERTY键盘问世，大约25年后，大多数打字机制造商才开始生产这种键盘，将它作为自己生产的唯一产品，抑或是子产品。[注]一项关于“主导标准”的研究发现，它通常会延迟二三十年。[注]

为什么重要新技术形成标准并被广泛接受有时要花这么长时间？其中主要有两个问题。其一，鉴于连续创新的不间断过程，技术要变得足够成熟和稳定，使制定的标准有价值，需要时间。例如，1856年亨利·贝塞麦为转炉炼钢申请了专利，但在美国实现标准化的工厂建设和大规模的生产，是在15年之后。[注]为制定一个有效的标准，必要的实验也是要花时间的。技术发展到一定程度，才能满足需求，在这之前，这样的投资是没有意义的。在早期，这个过程太不确定，太不可靠。

标准化之所以会延迟，是因为制定一个标准需要大量的固定成本。必要的实验需要花费金钱，一旦标准被接受，就很难再改变，因为已在新厂房上进行了投资。也就是说，这些投资有时是不可逆的。由于投资的不可逆，公司会等到技术有利可图时，再在标准化上进行投资。此外，如果技术更新得很快，公司也不会在一个马上就会过时的标准上进行投资。快速变化的技术或互补技术、组织以及市场，让等待有了更多

理由。标准被过早公布后很快遭淘汰的情况并不少见。

标准并不总是由采纳它们的公司或消费者制定。政府机构、行业协会和独立的标准制定组织也会参与其中。有时知识的标准化还发生在大学，比如化学知识的标准化过程。对于其中某些组织而言，盈利不是关键，因此在对一种标准进行投资时并不一定会遇到困难。然而，即使在这种情况下，对标准的采纳依然可能涉及重大的投资，这同样会导致标准化的延迟。

延迟的发生还有第二个原因：经常会有多个标准出现，这让其中的一个被广泛接受变得更难。想想技术的复杂性吧，连做事的方法都有很多种，标准的多样性也就不可避免。由于不同标准间的相互竞争，要做出选择通常需要时间，比如打字机键盘。众所周知，竞争对手之间的协调经济行为是个老大难。因为学习成本高，打字员不愿在没有更大用户群的键盘型号上投资学习。相反，他们可能会等待拥有最大用户群的键盘出现。与此同时，制造商们也在竞争，他们力求为自己制造的特定的键盘建立起更大的用户群。在这场“标准战争”中，他们很可能不愿在同一个标准的基础上合作——那些拥有更大用户群的制造商，更不愿意放弃自己的竞争优势，因此，一个共同标准的出现被进一步推迟。

并不是所有标准在确定前都要花那么长时间。例如，在20世纪80年代，随着调制解调器速度加快（300波特，1200波特，9600波特等），其标准每隔几年就更新一次。这个例子和打字机的区别可用转换成本来解释。学习使用新调制解调器的成本很小，学习使用新键盘布局的成本却很大，知识也不能转移。键盘制造需要的投资不可逆，因此在改变时会更谨慎。

一般来说，若与一项被广泛接受的标准所关联的学习成本很大，则该标准的发展可能需要一段时间。关键性的新技术，涉及很多新知识，需要投入大量的转换成本，包括从旧技术转换到新技术的成本。

标准化的延迟意味着与技术知识相关的行为，会随着该重大新技术的发展而逐渐改变。当重要新技术的标准化延迟时，“技术知识的生命周期”自然出现。那些相对来说标准化知识较少的早期的技术，应用的规模较小，活跃范围也仅是地区性的，个人培训和直接的知识共享很重要，劳动力市场不能补偿工人们的新技能。成熟的技术——标准化知识相对

较多——在全球范围大规模地实现，为市场所允许；正式的培训和知识交流变得更加普遍；成熟的劳动力市场鼓励员工发展自己的技能。

这些生命周期的变化可以产生深远的影响。打字机改变了办公室工作的性质和妇女的角色。互联网改变了文化。学者还发现了其他一些在技术不断成熟的过程中遵循的规律：产品创新让位于过程创新；创新的数量和收入一开始快速增长，随后变慢；那些最早进入行业的公司，在行业逐渐成熟、经历"洗牌"的过程中退出了市场；既定市场占有者，被颠覆了行业的破坏性创新所取代。(注)

这些现象涉及的不仅仅是知识的标准化。(注)但标准化起着关键作用：它解释了技术知识是如何变得更容易复制，使得大规模推行技术得以实现，并催生出新的财富和长期经济增长的。通过开发可采用新技能的市场，标准化使得财富也能被分享。但生命周期延迟了标准化的实现，连续创新的长周期解释了为什么工人从新技术中受益有时会推迟几十年。

---

1. Students only needed to determine the atomic number of an element to determine its place in the periodic table, and from this they could infer chemical properties.For example, the rightmost column contains noble gases that are inert.The next to last column contains halogens that are highly reactive; they will combine with hydrogen to firm acids.

2. For example, Justus von Liebig's laboratory in Giessen had a dozen students early on.See Haber, Chemical Industry, p.71.

3. Bensaude-Vincent, History of Chemistry.

4. Moser, "Do Patents Weaken the Localization of Innovations?"

5. Since the 1980s, economists have studied various aspects of technical standards, focusing mainly on compatibility standards, or those standards that allow different components of a system to work together, such as hardware and software.Compatibility standards give rise to interesting problems such as competition between standards and problems of "lock-in" to a given standard.But technical standards are only one way that technical knowledge is standardized, and these compatibility issues are only part of the role that technical standards play.For a review of this literature, see David and Greenstein, "Economics of Compatibility Standards," and Blind, Economics of Standards.

6. Dominique Foray defines codification as "expressed in a particular language and recorded on a particular medium" (Foray, Economics of Knowledge,p.74).Foray reviews the literature on codification.Language puts knowledge in a standardized firm that can be more readily understood by someone who reads that language.But standardized knowledge is not necessarily codified; a tacit skill can be limited to apply to a certain range of conditions, thus becoming standardized to a degree.For

instance, surgeons are certified in certain standard techniques that are tacit knowledge learned through experience.Codification is often most beneficial when it is combined with other sorts of standardization.Thus, although chemical experiments were all documented (codified) before Mendeleev, the experimental knowledge became much easier to learn when essential findings were simplified in the firm of the periodic table.Such simplification can make the knowledge easier to acquire.Although it's not necessary, codification facilitates the ease with which knowledge can be standardized, and it magnifies the ease of communicating standardized knowledge.

7. The notion of dominant designs is developed in Utterback and Abernathy, "Dynamic Model"; Utterback, Mastering the Dynamics; and Suárez and Utterback, "Dominant Designs." On QWERTY, see David, "Clio."

8. Nelson and Winter, Evolutionary Theory.

9. See a review of this literature in Besen and Farrell, "Choosing How to Compete."

10. Raymond Vernon first developed evidence that firms do not export a technology until it has matured and is relatively standardized.See Vernon, "International Investment." A significant body of subsequent research finds supporting evidence.The cost of transferring technologies overseas decreases with their age.David Teece, "Technology Transfer," documents that the cost of transferring mechanical technologies overseas by multinational firms decreases substantially with the age of the technology.For chemical and petroleum refining plants, he finds that the age relationship is weaker, but the cost decreases with the novelty of the technology.Also, early-stage industries and patenting activity with new technologies tend to be geographically localized.Conversely, older industries and technologies tend to be more geographically dispersed.Using patent citations as a proxy for knowledge spill overs, Ja.e, Trajtenberg, and Henderson, "Geographic Localization," find that the localization of knowledge decreases with the age of a technology.Audretsch and Feldman, "R&D Spillovers," find that early-stage industries tend to be more highly localized, and Desmet and Rossi-Hansberg, "Spatial Growth," find that older manufacturing technologies are less localized.And Petra Moser, "Do Patents Weaken...?," finds greater geographical dispersion of patenting after the periodic table.Note, however, that these differences are a matter of the degree of standardization.AnnaLee Saxenian, New Argonauts, finds that the export of semiconductor manufacturing processes to Taiwan also involved the export of experienced engineers who brought with them much knowledge that was not standardized.

11. John Marko., "Battles Loom for Control of TV's Portal to Cable," New York Times, April 3, 1993.

12. Christensen, The Innovator's Dilemma.

13. Edmund L.Andrews, "Technology; Time Warner's Ordinary People Plug Interactive TV," New York Times, December 18, 1994.

14. "A Talk with Miss Margaret Kelly, Director of the U.S.Mint," New York Times, August 6, 1911.

15. Almost all female stenographers were also typists.See Fine, Souls of the

Skyscraper.

16. Ker, G.K.Chesterton, p.392.

17. Costa, “From Mill Town to Board Room.”

18. Rockwell, Shorthand Instruction and Practice.

19. National Stenographer, “The New Hammond,” p..319.

20. David, “Clio.”

21. Data are from Kwolek-Folland, Engendering Business.

22. Some manufacturers continued to produce alternative keyboard layouts into the 1920s.See the Hammond Multiplex in The Virtual Typewriter Museum, http://www.typewritermuseum.org/index.html.During the 1930s, the Dvorak Simplified Keyboard was introduced, claiming superior performance.

23. Suárez and Utterback, “Dominant Designs.”

24. See Temin, Iron and Steel.This standard was developed largely by Alexander Holley.The plant design included, among other things, an arrangement where pairs of Bessemer converters were situated next to each other (they were on each side of a pit in the original Bessemer plants), and the converters were elevated so that molten metal could be poured at ground level rather than in a pit.Holley also devised a method for quickly replacing the refractory bottom of the converter, returning the equipment to production much faster.Almost all of the Bessemer plants in the United States in 1880 used Holley’s design.His refractory bottom was developed in 1869–1870 and patented in 1872.

25. Formally,there is an option value to waiting.See, for example, Bessen, “Waiting for Technology.”

26. Employers might be willing to train their employees to use a typewriter with a specific keyboard layout, but they would have to recoup the benefits of that training while the typist remained employed.High employee turnover, not unusual in a newly emerging occupation, would impair the ability of the employer to recoup the investment.This situation could also limit the adoption of a new standard and hence the adoption of the technology itself.

27. Besen and Farrell,“Choosing How to Compete”; Farrell and Saloner, “Standardization, Compatibility, and Innovation.” As the literature notes, this situation typically involves a network externality: when I adopt one keyboard layout, other typists and employers using that layout receive an indirect benefit.

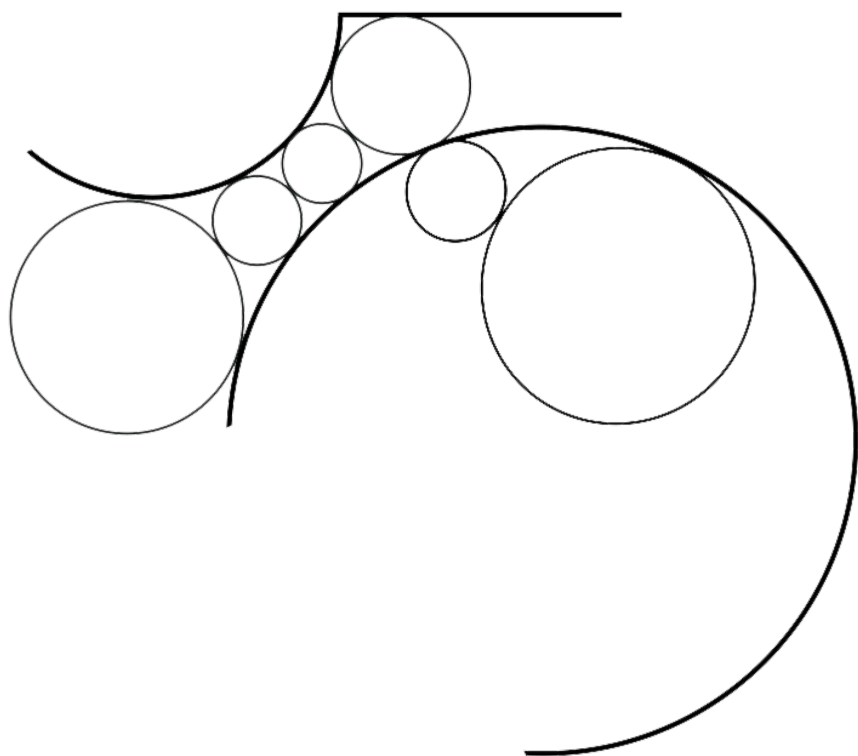
28. Dosi, “Technological Paradigms”; Nelson and Winter, “In Search of Useful Theory.”

29. Michael Gort and Steven Klepper studied fortysix major new technologies and found several empirical regularities: the number of innovations tends to be highest during the early phases, when many new firms enter the market; industry output tends to grow rapidly at first, then slows as the products mature; prices decline, initially faster than later; typically industry revenues (the product of price and output) grows rapidly at first, but slows and often declines as the technology matures.

30. For example, Everett Rogers attributes a technology life cycle to the

heterogeneous adoption of a new technology by consumers with different psychological attitudes; see Rogers, Diffusion of Innovations.

第二部分
工资



新技术让财富增加成为可能，但这并不能保证大多数人能通过新技术获得经济方面的收益。有时虽然新技术发展了，工资却停滞不前，现今正是如此。第五章至第七章将探索发展中的技术知识在为广大工人创造财富的过程中所起的作用，以及为什么广泛共享财富的积累需要几十年的时间。

第五章
技术何时能提升工资？

1784年夏天，英国牧师埃德蒙·卡特莱特在德比郡的马特洛克度假，与一群绅士闲谈时，讨论起这群绅士的家乡曼彻斯特采用的一种纺纱新技术。注卡特莱特毕业于牛津大学，是诺丁汉一名地主的儿子，在德比郡的乡下有一个教区。他自然关心自己教区居民的福祉，并想方设法帮助他们，在医疗救济和栽培技术方面给予指导。与曼彻斯特这群绅士的谈话让他产生了一个新的困扰：利用纺纱新技术，纱线能快速量产，那些英国小作坊里的织工将无法跟上市场需求。纺织厂商得将他们的纱线拿到欧洲大陆去纺织，那里织工的薪酬比英格兰本地的低；过不了多久，制造商就不再需要工资高昂的本地织工了。新技术威胁到了英国的农民和工人，因为纺织是他们谋生的一种手段。

纺织是一项古老的技术，自史前时代，便存在于世界各地的文化中。18世纪使用手摇织布机时，纺织过程仍然缓慢而费力。卡特莱特相信自己可以建造一台织机，使纺织过程实现部分自动化，这样英国纺织工的速度就能跟上市场对布匹数量的需求，从而保住饭碗。现实证明，要实际做到，比他预想的要困难得多。他设计的机器工作得并不顺畅。他创立的使用这种织机的纺织厂最终破产。但其他发明家在卡特莱特的基础上不断改进。在美国，到19世纪末，工人使用动力织布机一小时内纺织的布匹码数，是手摇织布机的50倍。

这种技术对英国的穷人来说，究竟是福是祸？在卡特莱特破产几十年后，卡尔·马克思记述了使用手摇织布机织工的悲剧，他声称织工在与使用动力织布机工厂的竞争中，被逼到了极度贫困和饥饿的境地。关于新技术是帮助还是祸害大多数人的争论已经持续了几个世纪。卡特莱特的发明最后没有拯救他的教区居民。它没能让纺织成为农业收入之外的家用补贴，反而将这一劳作推向了工厂。但这并不是说马克思就是正确的。除去手摇织布机织工（之后会有关于他们的更多讨论）的例子，总的说来，许多证据在很大程度上让马克思在更大的争论面前处于下风。在过去的200年里，诸如动力织布机等技术推动了英国、美国和其他发达国家普通工人工资和财富的大幅增加。剔除通货膨胀因素，今天英国

的工人赚取的报酬是1784年时的10倍。技术是这一增长的主要原因。然而尽管有这类技术成功的例子，技术于大多数人而言究竟是福是祸依然没有定论。如今这一讨论似乎特别切题，因为新一代的技术显然未能提高普通工人的经济福祉；工人的利益甚至受到了损害。

当今的大多争辩反思了我们以为我们了解的过去。技术会促进工资上涨吗？还是机器代替了工人？技术会消除技能、削减工资吗？抑或能提高技能和工资？技术的全球化也是工资削减的原因吗？发明、工资、工作、技能、全球化在纺织业中的相互作用，以及点燃了卡特莱特想象和遭到马克思谴责的技术，提供了说明性的描述。先从理论上理解技术是如何提高工资的，会很有帮助。

为什么过去工资会增长？

在1800年之前几个世纪，西方民众的收入基本维持在一个稳定范围，有时上升，有时下降，但幅度都不大。经济史学家格雷戈里·克拉克认为，即使是石器时代的采猎者，生活水平都可能比1800年的普通工人高，因为1800年的农业经济更加不平等。注之后，从工业革命开始，生活条件开始稳步提高。

工资能够增长这么多，是因为人均产出也在强劲增长。经济“馅饼”的分量增加了，所以有了增加工人工资的空间。但不是所有额外产出都进了普通工人的口袋，我们可以通过两个部分来了解工资的增长来源：第一，人均产出为什么会增长如此之多；第二，为什么工人共享产出会以更高薪水的形式呈现。

更多的人均产出

以纺织品作为产出增长的例子。1902年，在最先进的美国纺织厂工作的织工，一小时织出的布匹数，是1800年使用手摇织布机织工的大约50倍。经济学家确定人均产出增长有三个主要原因：对每个工人投入资本（厂房、设备）的增加，更好的技术，更强的工作技能。注

1.资本积累。最初，在农业经济中，对工业的投资很少。随着工业崛起以及金融市场的发展，用于投资的资金供应增加，降低了利

息，从而使得投资成本低于工资。这使得为每位工人提供更多设备有利可图，工人手中有更多设备，通常便会产出更多。假如一名织工在操作一台带自动化功能的织机时有空闲，那么再给他加一台织机，可能会产生更多收益。增加织机的财务费用越低，每位织工创造的资本就会越多，就越有利可图。

2.技术变革。发明家想出了新的工作方法。例如，织机的改进使得机器将之前的一些工作自动化了。这意味着织工可以操作更多织机，从而生产更多布匹。这样的技术变革被称为“人力节约”。

3.更强的技能。更熟练的织工可以操作更多的织机，并且停机的时间更少。有时，技术的熟练度与学习该技术的努力程度相关：努力才能获得技能，一些技术使得员工工作时精力更集中。经济学家通常把技术和教育联系起来，但到20世纪，美国的教育水平都没有太大的改变。事实上，最早期的织工都是识字的，但后来，越来越多的文盲也被聘用来当织工。

这些说法各自有多重要？很难说清。以纺织业为例，1902年织工可以操作18台织机，而1800年时织工只能操作一台手摇织布机。但这并不意味着资本积累必然推动产出增长。每种说法都涉及单位工人操作的机器数增多，但原因不同：在资本积累这一说法中，使用更多的机器，是因为它们相对于工资更便宜，而在其他说法中，织工操作每台机器的时间变少，因此有时间操作更多机器。

在阿布拉莫维茨和索洛之后，经济学家开创了“增长核算”法，它使用统计数据来整体测算生产率。[注]然而，这些“多要素生产率”计算法并不能准确测评技术的贡献，因为它们建立在不一定会被运用的技术的强假定基础上。[注]事实上，经济学家已经表明，他们不能在只用综合数据而不做强假定的情况下区分这些说法。[注]

幸运的是，对于纺织，我们有技术随时间变化而改变的详细记录。[注]我们了解织工有多少空闲时间，他们做各种工作所需的时间，以及这些工作的间隔频率。运用这些信息，我们可以建立起一个“工程生产函数”，以显示工厂实际上对利率和价格的变化是如何反应的，不同的发明是如何影响织工花在每台织机上的劳动时间的，以及产出是如何随织工技能增长的。这个函数清晰显示了人均产出增加的来源，或生产每码布减少的劳动时间。1800年，织工用一台手摇织布机，花将近40分钟织出

一码粗织物。而1902年，一名织工操作18台诺斯罗普织机，平均花不到一分钟便能完成同样产出。花在每码布上减少的约39分钟的劳动时间里，与工资相关的资本成本改变所带来的资本积累，仅贡献了2%，发明贡献了73%，而25%的时间节省，来自织工更娴熟的技能和努力。

在纺织过程中，到目前为止，技术是推动人均产出增长最重要的因素。技能也很重要，但与传统观念不同的是，资本积累的作用非常小。有可能在其他行业，单纯的积累在影响人均产出增长的因素中占据更重要的地位，也可能在今天，它更重要。然而，在19世纪，纺织加工是最重要的不断发展的技术。格雷戈里·克拉克估计，在英国工业革命期间，超过一半的生产率增长来自纺织工业。

这一分析挑战了传统观点中所认为的人均产出增长在很大程度上得益于更多的投资，但它更符合现代经济增长理论。保罗·罗默强调了发明可复制的重要性：因为生产发明能够以较小的成本被复制，并能同时被用于不同的生产设施，所以相同的投入，能够带来更大的产出。虽然我一直强调，技术——不同于发明——不一定能以低成本复制，但罗默的观点仍是有价值的，需注意的是，在技术知识被复制以前，它仍需要经历重要的学习过程；技术仍然是人均产出增长的原因之一，因为复制的确发生了。

对于纺织的分析同样突显了工人的技能和努力的重要性。因为工作技能难以直接测量，经济学家倾向于以教育程度来做间接测量。然而，这一分析表明，因为技能可以通过经验习得，教育程度可能不是一种非常好的间接测量法。受教育程度低的织工，也能习得对人均产出增长起至关重要作用的技能。

人均产出的增长积累起越来越多的资源，社会用它来提高工人的实际工资。一些经济学家，比如泰勒·考恩和罗伯特·戈登，担心如今技术不再像过去那样，能迅速增加人均产出，认为这是工资停滞不前的原因。有证据表明，用GDP（国内生产总值）来衡量的每小时产量增长，近几十年来一直都很缓慢。美国劳工部劳工统计局发布了一份关于非农商业部门每小时实际产出的测量指数。从1947年到1980年，这一指数每年增长2.4%；从1980年到2013年，每年仅增长2.0%。罗伯特·戈登预测这一增长在未来几年将下降到每年1.3%。戈登的预测颇具争议，也有一些反对意见怀疑GDP数据能否准确反映如今这个信息集成经济时代的

产出情况。与戈登相反，埃里克·布林约尔松和安德鲁·迈克菲认为，技术正在显著增加人均产出的增长率。注这场辩论已经超出了本书的范围。然而，即使戈登是正确的，普通工人工资停滞不前的主要原因也另有其他。薪资中值根本没有以接近每年1.3%的速度增长，更不用说每年2.0%了。换句话说，经济催生出了日益增长的人均产出，但这些产出在近几十年并没有进入普通工人的口袋。实际上，普通工人并没有从该增长中受益。

工人的所得

图5.1显示，工人所分得的经济“馅饼”份额下降了。图中的黑色实线表示所有雇员的薪酬——工资加上福利——占国民收入的份额。注虚线排除了工资收入最高的1%的那群人，因此代表更多的普通工人。经历自1929年以来50年的逐渐升高后，薪酬份额在过去30年急剧下降，尤其是剔除了精英阶层。我们还可查到19世纪初英国和法国的数据。这些数据显示，相比于最近的下降，上升趋势持续时间更长。工业革命期间，员工的收入份额下降，但从1850年开始，直到1980年下跌前，它都一直在上升。注

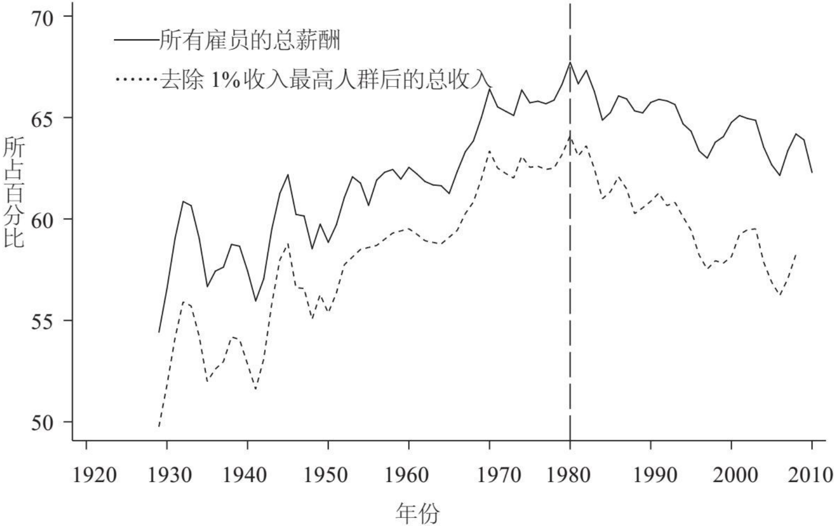


图5.1 工人所分得的经济“馅饼”份额下降了：员工薪酬（工资加上福利）占国民收入的份额

资料来源：美国经济分析局、国民收入和产品账户， http://www.bea.gov/iTable/index ni_pa.cfm；赛斯、皮凯蒂，《1913——1998年，美国的收入差距》

工人收入占比的减少，尤其是在剔除了1%的精英后，解释了尽管过去30年人均产出大量增长，薪资中值却依旧停滞不前的原因。1980年左右发生了一些改变。一些经济学家，比如约瑟夫·斯蒂格利茨等，将其归

结于政治对财富的影响。全球化和越来越密集的产业集中可能也起到了一定作用。还有一些研究认为起主要作用的是技术改变。这一趋势并不局限于美国，而是全球性的，这表明技术的确是一个主要因素。

然而，过去30年并不是劳动力收入占国民收入份额的第一次下降。在第六章中我们将看到，工业革命开始时，虽然人均产出增加了，但工人们的工资是停滞的，即他们的所得份额减少了。之后，工资开始增加，直到1980年，工人的所得份额都在提高。

工人占国民收入的份额通常是由什么决定的呢？更多的人均产出表明一个国家总财富在增加，但它并没有表明这些财富是否“流向”了大多数公民的口袋。正如马克思所预言的，财富可能会累积在一小部分资本家精英手中。

发明可被简单复制实际上表明了这一结果的可能性。如果经济增长很大程度上得益于发明的轻松复制，那么在全球经济中，新的想法可以在世界上任何地方被运用。新发明可以在偏远地方被使用，而那里的工人愿意接受维持生活的最低工资。这些发明可能会增加一些企业家和投资者，甚至是发明者的财富，但工资不会增加，无论是在国内还是国外。发明可以提高产量，但不能保证产出效益将为大多数人所共享。

这是现在才发生的吗？经济学家们用宏观经济理论来解释为什么这种情况在过去没有发生过，但这些理论既没有高度的说服力，也没有被广泛接受。为了说明一个国家的总财富是如何“流向”普通工人的，经济学家们将眼光集中到了资本积累上。我们看到，纺织业出现的人均资本增长模式，也出现在许多其他技术行业以及综合数据中。一些经济学家关注与工资相关的资本成本（包括利率）的变化，是如何诱发企业为个体员工投入更多资本的。决定这种行为的关键参数被称为“资本和劳动力之间的替代弹性”，它描述了相应价格发生变化时，公司重新将资本分配给每个工人时的反应强弱。然而，在资本和劳动力之间的替代弹性是大还是小这个问题上，经济学家无法达成一致，要他们解释为什么应该是大或是小时，他们又无法解释。

此外，这个简单的参数并不能解释19世纪的模式。在纺织业，与工资相关的资本价格在人均产出的增长上几乎不起作用，因此假如它在额外产出部分起主要作用的话，将会很令人吃惊。此外，工程生产函数分

析表明，织机和织工之间的替代弹性很小。但是根据该理论，这一发现意味着更大的人均资本投入应带来工人收入的增多。事实却正好相反。在工业革命开始的几十年里，人均资本投入和人均产出都增长了，但工人从中获益很少。问题的关键在于，这些模型并没能反映出技术的蓬勃发展，或是工人为了推行新技术而获得的相关技能。

经济学家克劳迪娅·戈尔丁和劳伦斯·卡茨考虑到了资本积累和技能之间的联系，他们指出资本密集型技术创造了对特定熟练工人的需求。注他们将这一假说称作“资本技能互补”。他们同样把人均资本的增长看得很重要，但他们认为，更多的资本投资意味着需要更多的熟练工人来安装、维护，以及修复这些额外的资本设备。在他们看来，技术增加了对资本的需求，而更多的资本反过来增加了对维护技术工人的需求，从而增加了工资。但这个假说最多只能解释过去200年里普通工人工资增加的边际效益。只有4%的劳动力从事安装、维护、修理方面的工作，其中许多工人并不是高薪族。他们比早期纺织厂工人的收益好不到哪儿去。如果我们将使用新生产资料（包括近年来的工程和计算机行业）的人算进去，总数占到了7%。显然，这一小群专业工人的需求无法解释1980年之前普通工人工资近一个世纪的疯狂增长。我们需要技能来维持机器运转这一概念很重要，但没有理由认为这些技能就局限于几个特定职业中，历史告诉我们，如织工一样的普通工人，也需要技能来维持机器运转。

也许关注一下推行新技术所需知识的其他作用更有裨益。一些经济学家已经认识到特定技术知识的重要性注，但是他们仍不能透彻理解，随着时间的推移，知识是如何改变以及如何影响经济的。每次当新技术和大众财富之间的联系被打破时，这都是一个短板。然而在为什么一些工人赚的比别人多这个问题上，经济学的确有恰当的微观解释。这个解释涉及人力资本、人们在技能和知识上所做的投资。

技术知识的悖论

问题：工人如何受益于可以在全球范围内被轻易复制的发明？

答：通过相关的不能被轻易复制的知识和技能。

当工人拥有关于特定技术的知识和技能时，他们的工资更高。在所有招聘广告上，你都可以观察到这一现象。所有的高薪工作，都要求有特定的教育程度，要么是大学学位，要么是具体的职业培训。让许多应届毕业生感到痛苦的是，好工作通常要求有经验，这意味着重要的知识和技能是在工作中学习到的。这一感受被研究人力资本的经济计量学研究所证实。但一般来说，具体工作所需的主要是相关技术。新技术需要只能意会的新知识和技能。

因此虽然理论上讲，利用机械使纺织自动化，有着提升人均产出的巨大潜力，但光有想法是不够的。大规模有效量产布匹还需要掌握一些复杂知识，诸如如何构建高性能织布机，如何组织工厂，以及如何有效运行织机。这个新知识很难获得，但对盈利又至关重要，因此纺织厂主们愿意为掌握这些知识的工人支付额外报酬。虽然花了几十年，但大量的普通织工在工作中获得的技能和知识，使他们获得了更高的工资。

今天有足够的证据表明，工人的收入中一个非常大的份额来源于技术知识和技能。有经验的工人通常比新员工多赚超过30%。[注]经济学家估计，工人间工资的差异，77%来自经验和个人特征的差异，包括培训。[注]因此不难看出，重大技术改变会影响到工人的收入份额。最近劳动收入份额的下降可能是由于工人重新回到了学习期。如果技术使之前的技能过了时，那么有经验的工人的工资相对于新员工来说，将会下降。在第七章中，我们将看到，一些经济部门发生了这种实质性的变化。相反，当新技能被正式确立起来后，经验丰富、训练有素的工人的工资会上升，劳动力所得份额就会增加。

当然，技术知识并不是影响工资的唯一因素。因为国界限制了人力、资本，有时是技术的流动，即使最不熟练的工人，在一个国家都可能会比在另一个国家挣得多。但几十年、几百年来，这些因素对运用技术的影响，都不是那么大。到20世纪初，先进的纺织工业设备在全球都能用，但比能用更重要的是一个国家是否有技能和知识有效利用这门技术，以及工人能从中分得多少好处。当这些技术能将生产力提高50倍时，移民限制几乎没什么作用了。不同的国家，文化和制度也不同，这会影响到在特定工资条件下，工人愿意投入的时间和精力。但和技术带来的差异相比，这些差异是次要的。同样，政府法规可以直接影响工资，比如制定最低工资要求。

历史学家同样强调在给劳动人民带来更高工资的过程中工会所起的作用。工人运动发挥了重要的政治作用，推动了8小时工作制、禁用童工法律、健康和安全法律等的推行。但实际来看，工会对工资的直接影响是有限的。与非工会工人比起来，工会工人的收入多了约15%。此外，这多出来的一部分钱，还与工人的技能有关。在一定程度上，工会力量取决于工人的技术知识和技能。比如，钢铁工人发起有效罢工的能力，部分取决于工会保持团结和对抗破坏罢工者的能力，但它同样依赖于难以取代的工人的专业技术知识和技能。从长远来看，后者是相当重要的。事实上，在19世纪后期纺织工会又小又无能的情况下，纺织工人的工资也一直在上涨。转炉炼钢工人挣的工资远高于工艺炼钢工人，并且每天只工作8小时，尽管在转炉生产早期的几十年里，工会经历了接连不断的挫败。今天，没有参与工会组织的蓝领炼钢工人仍然拿着相对较高的工资，想必是由于他们的技能和知识。工会当然很重要，但其长远影响力明显是其成员技术知识和技能的副产品。当知识被淘汰后，工会将迅速失去力量，正如曾一度强大的国际印刷联盟（见第七章）。技术知识才是关键，不管有没有工会的存在。

这就是技术知识的悖论：因为新的想法可以低成本复制，技术创建起了一个国家的总体财富，但技术要为一个国家的人民创造财富，就得要求新技术知识不能被轻易复制。想法能够被复制，使得增加相同投入能催生更多的产出，但普通人分享不了那些额外产出，除非他们拥有在别处找不到的有价值的知识。当技术知识需要大量的人力资本投入时，它便可以获得显著回报。

虽然人力资本是一种大众财富，但这种财富并不总是流向工人。20世纪60年代，加里·贝克在其关于人力资本开创性的著作中解释道，工人也许具有技能和知识，但在某些情况下，这些技能和知识所产生的利益流向了他们的雇主，利润增加了，工资却没变。雇主有时会在人力资本上进行投资，只要这些受过训练的工人继续工作，雇主就要拿回报。在这些情况下，产出和利润都增长了，工资却保持不变。这一观点对于理解技术在过去如何影响工资，以及如今如何让工资停滞不前非常重要。

---

1. Mantoux, Industrial Revolution.
2. Clark, Farewell to films.
3. There are other factors that contribute to growth, such as the amount of effort

workers exert, the organization of production, and the efficiency of markets.I include effort along with skills and the organization of production with technology.

4. Abramovitz, “Resource and Output Trends”; Solow, “Technical Change.”

5. As Abramovitz put it in “Resource and Output Trends,” the productivity measurements are “some sort of measure of our ignorance about the causes of economic growth.”For example,standard growth accounting assumes that technology is “Hicks neutral.” However, the mechanical inventions of the nineteenth century were largely labor saving: they changed the ratio of machines to workers for a given set of wages and prices.Such change is not Hicks neutral.Also, many implementations (see, for example, Maddison, Dynamic Forces) incorporate technology indirectly into capital by making adjustments for “embodied technical change,” which, as Maddison notes, makes it even more di.cult to disentangle the real sources of growth.The example of weaving shows the large magnitude of differences between growth accounting and an approach based on an actual engineering production function.

6. Diamond, McFadden, and Rodriguez, “Measurement.”

7. Bessen, “More Machines.”

8. Indeed, a standard growth accounting using capital and labor as factors of production would attribute 43 percent of the growth to capital accumulation, based on a growth rate of output per worker of 3.72 percent, a growth rate of capital per worker of 2.89 percent, and capital share of output averaging 55 percent between the beginning and finding periods.This calculation is, however, based on some strong assumptions that don’t apply, including one that technical change is neutral when it was actually labor saving.Given the importance of textiles to overall productivity growth during the Industrial Revolution, this finding suggests that standard multifactor productivity growth estimates understate the role of technology and understate the role of capital accumulation.

9. Clark, Farewell to films, p.233.

10. Romer, “Endogenous Technological Change.”

11. Cowen, Great Stagnation; Gordon, “Demise of U.S.Economic Growth.”

12. Brynjolfsson and McAfee, Second Machine Age.

13. Employee compensation does not include proprietor’s income or indirect taxesless subsidies, income that accrues at least partially to labor.Using slightly different measures that account for these sources, the trend still declines after 1980.See Jacobson and Occhino, “Behind the Decline.”

14. Piketty, Capital in the Twenty-first Century, pp..200–201.

15. Stiglitz, Price of Inequality.

16. Karabarbounis and Neiman (“Global Decline”) compare trends across countries and find the declines are associated with lower equipment prices, driven by information technology.See also Yglesias, “Workers Are Losing Out Globally.” For another explanation, see Lynn and Longman, “Who Broke America’s Job Machine?”

17. Bronfenbrenner (“Note on Relative Shares”) outlines a simple production function model where the constancy of income shares depends on an elasticity of substitution between labor and capital of about one, although he shows that income

shares might not be too sensitive to this parameter.In his model, there is not technical change, but the capital labor ratio increases.Solow ("Contribution") provides a growth model with technical change that is assumed to be purely labor augmenting.In this model, the capital labor ratio grows indefinitely so that constancy of income shares depends again on the elasticity of substitution being just right.A large series of other growth models provide similar results with similar assumptions.Note also that these models ignore international trade and the possible existence of subsistence workers elsewhere in the world.Empirical studies of engineering production functions find a wide range of elasticities and departures from labor-augmenting change.See the discussion in Bessen, "More Machines."

18. The elasticity of substitution is a parameter characterizing the production function and is "high" or "low" depending on whether it is greater than or less than one, respectively.In some cases, a decrease in the relative price of capital goods only generates a small increase in capital per worker, implying a low elasticity of substitution.In this case, labor's share of income will tend to grow as more capital is accumulated per worker.On the other hand, when the elasticity of substitution is high, a small decrease in the relative price of capital goods generates a lot more investment and a declining labor share.Estimation of the elasticity of substitution depends on assumptions about technical change.Using careful measures and estimating techniques, Berndt ("Reconciling Alternative Estimates") found an elasticity of substitution of about one between capital and labor when he estimated a constant elasticity of substitution (CES) production function under assumed Hicks neutral technical change.But estimates using translog production functions, which allow variable elasticities of substitution, typically reject the Cobb-Douglas restrictions (see, for example, Berndt and Christensen, "Translog Function," or Griffin and Gregory, "Intercountry Translog Model").And estimates that assume a constant elasticity of substitution but allow factor-augmenting technical change also reject the Cobb-Douglas firm, finding elasticities of substitution between capital and labor well below one (David and Van de Klundert, "Biased Efficiency Growth," and Antras, "Is the U.S.Aggregate Production Function Cobb-Douglas?").

19. Goldin and Katz, Race between Education and Technology.Note that Goldin and Katz also hold that the early factories, despite having much more capital per worker than small manufacturing workshops, required fewer skilled workers; that is, the factory was de-skilling.

20. See for example Lucas, "Mechanics of Economic Development," and Jovanovic, "Vintage Capital and In equality."

21. Part of this premium may be due to a selection effect.That is, employers may pay more once they learn which employees are best able to handle technology productively.Nevertheless, that pay premium represents learning about technical skills.

22. Abowd, Lengfirmann, and McKinney, "Measurement of Human Capital."

23. Lewis, Unionism and Relative Wages; Lewis, Union Relative Wage Effects.For a more recent update, see Blanch flower and Bryson, "Union Wage Premium."

24. Jardini, "From Iron to Steel"; Nuwer, "From Batch to Flow."

25. Jardini, "From Iron to Steel," pp..293–294; Montgomery, Fall of the House of

Labor,pp.30–31.Jardini notes that Bessemer workers earned more than wrought-iron workers despite both being represented by the same union.Montgomery notes that steel unions did not have consistent successes.By 1885, all but three of fifteen steel rolling mills required nonunion oaths by their workers.And as Jardini notes, the unions of Carnegie Steel faced disastrous setbacks at the Duquesne Works in 1890 and the Homestead Works in 1892.Bessemer workers earned relatively high wages nevertheless.

26. Becker, Human Capital.

第六章
织工们是怎样提高待遇的？

1836年10月，哈丽特·汉森（后来嫁给了威廉·罗宾逊）在她位于洛厄尔的一家纺织厂的房间里，号召妇女罢工，在她们的游行队伍穿过镇上时，又有1500名妇女加入。这是洛厄尔发生的第二次大规模的罢工。

在哈丽特的父亲死后，他们举家搬到洛厄尔，经营一家公寓，她的经历和露西·拉科姆很相似，露西之后成了她的朋友。哈丽特只读过小学，十岁便开始在工厂工作以贴补家用。和露西一样，哈丽特后来继续学习了法语、拉丁语、英语写作以及语法。她成了一名诗人、作家和积极的妇女参政权论者，成立了马萨诸塞州美国妇女选举权协会。但1836年罢工发生时，她还只是一名11岁的小女孩。

工厂管理者宣布提高公司的食宿价格，这实际上降低了工厂大多数女工的工资。这立即引发了一场关于工厂工人罢工的讨论，尽管两年前一场由降薪引起的罢工以失败收场。哈丽特后来讲述了自己在这场运动中的角色：

> 我自己对于第一次罢工（或被称为“游行”）的回忆是非常生动的。我在低级织间工作，在那儿听到了全面罢工的提议和讨论；对于她们所说反对企业“迫害”的尝试，我听得热血沸腾，自然而然地站在了罢工者这一边。罢工当天，高级织间的女工先出去，她们一走，工厂就被迫停工了。然后，我们低级织间的女工们又犹豫了，不确定要做什么，她们到处打探，没人有勇气当领头羊。听完她们的谈话，我开始认为她们不会出去，因此变得不耐烦，便首先站了出来，孩子般地虚张声势：“我不关心你们会怎么做，不管有没有人跟我，我都要罢工。”我走了出去，其他人紧随身后。
>
> 当我回头看见跟着我的长长队伍时，我比之前任何一个成功时刻都要感到骄傲，之后也没有任何时刻能超越它，直到自己心爱的国家给予了女性公民选举的权利。[注]

年轻女性离开了织间，停了工，她们的游行队伍穿过小镇去往教堂山，在那里听劳动改革者“煽动性”的演讲，改革者中还有个是工厂女

工。罢工对工厂产生了巨大影响，因为在罢工前就存在工人短缺的问题。罢工工人内部组织良好，这一行动持续了数周。[注]

然而，在哈丽特看来，“这次罢工结果并不圆满。罢工工人的不满情绪渐渐消退，尽管工厂负责人并不同意她们的要求，大部分人还是回到了自己的工作岗位上，而企业还是削减了工资”。[注]对哈丽特个人而言，这次行动也是失败的。虽然哈丽特被允许返回工厂工作，但工厂经理解雇了她的母亲，不再让她运营公寓，因为她并没有阻止自己的女儿参加罢工。

19世纪随后的几次罢工也没有成功，尽管1912年洛厄尔爆发了一场颇有影响力的纺织工罢工。在19世纪，工人运动作为政治运动也许更为成功。19世纪40年代，洛厄尔女性劳工改革协会成立，她们起草了一份请愿书，要求每天工作时间限制在十个小时内。大约2500名女性签署了请愿书，虽然最终并未获得成功。这股运动中的政治风潮促使马萨诸塞州在1874年成为美国第一个规定女性一天最多只能工作十小时的地方。然而，工人运动未能成功提高织工的工资，在生产率快速增长，工厂多年来豪赚利润的情况下，他们的工资依然停滞不前。

这种情况在南北战争后改变了，织工的工资快速增长，结束了几十年的停滞不前。整个20世纪，织工都能获得优厚的薪资。尽管大多数织工没有高等学校的文凭，并且一半是女性，纺织仍是一个收入相当于中产阶级的职业。虽然其间花费了一段时间，但他们最终从自己的技能中得到了回报。

恩格斯停顿

事实上，这一谜题比想象的更普遍。工业革命期间，许多制造业的工人有着重要的新技能和知识，但最初在他们的工资上得不到反映。马克思关于技术对工人工资影响的悲观观点，最初是正确的。

经济史学家罗伯特·艾伦将英国工业革命最初的六七十年称为“恩格斯停顿”。[注]弗里德里希·恩格斯在1844年写道：实业家“靠着大多数工薪阶层的痛苦发家致富”。[注]事实上的确如此，在工业革命开始的六七十年里，人均产出快速增长，工资却没有增加。资本家和中产阶级吞噬

了其中的差额。新技术带来了更高的生产力和利润，但也导致了更多的不平等和工资的停滞不前。当时其他的观察家，包括大卫·李嘉图和马尔萨斯都认为，停滞不前的工资是资本主义经济发展的一个特征。然而在恩格斯写下《英国工人阶级状况》后，情况发生了改变。19世纪接下来的几十年，工资快速增长，工人靠新技术收获了大部分的利益。[注]

类似的延迟也发生在美国的工业革命中，它表现在织工的工资上。图6.1展示了在排除通货膨胀影响后，洛厄尔纺织厂织工和纺纱工的时薪。尽管技能很重要，但织工的工资直到19世纪70年代才开始增加。从1830年到1855年，他们实际的日工资才增加14%，而每小时的产出增长了80%左右。[注]在南北战争之后，事情发生了变化。到1900年，织工的实际工资已经增加了一倍多，比1830年的工资水平增加了112%。[注]这一增长只有一小部分源于工资的普遍上涨，这有可能是经济扩张或西方国家发展所产生的不断增加的劳动力需求所导致的。[注]同样，这一增长也不能用人口结构的变化来解释。织工仍主要是女性，虽然大多是爱尔兰、加拿大法国裔的移民。



图6.1 织工的工资在长时间的停滞后大幅增长：洛厄尔地区织工和纺纱工的真实时薪（以1860年的美元为比较标准）

资料来源：贝森著《机械化会去技能化吗？》

工资增加的主要原因是织工的技能获得了更多报酬。这可以通过比较同一家工厂的织工和纺纱工的工资看出。在洛厄尔的纺织厂，从事纺纱的人群构成和织工差不多，但是他们的工作对技能的要求要少得多。

注这意味着纺纱工的工资更能反映出社会对女性劳动力的普遍需求；另外，织工的工资，既反映出社会对劳动力的一般需求，也反映出对他们技能的特殊需求。织工和纺纱工的工资区别，反映出织工薪酬的一部分要归因于他们的技能。织工因技能获得的薪酬，实际要比两者间的差额还要多，因为纺纱工也有技能。然而，织工和纺纱工工资差距的变大，表明织工因他们的技能所获得的薪酬回报在增加。

在19世纪30年代，织工与纺纱工赚取的薪酬一样多（见表6.1）。织工在学习上相对投入较少，因此只能获得少量经验收益。注但到了19世纪80年代，女性织工比女性纺纱工要多获得47%的收益。因此，这种强大的生产技术所带来的好处，的确流向了织工，但这一趋势自1816年第一家纺织厂建立起来后，延迟了50多年才出现。

经验价值的逐渐增长意味着技能可以获得更大回报。在19世纪80年代，有经验的织工的相对工资更高，是因为他们工作的第一个月在学习，赚取的工资要低得多。这是他们的人力资本投资。一旦有了经验，他们便及时地以更高工资的形式，得到了这项投资的回报。经验收益的大幅增长表明在19世纪80年代，织工的技能获得了更大的回报。

表6.1 织工的报酬和经验

	织工相对更低技能要求工作（纺纱工）的工资溢价	有经验的新聘工人所占比例	经验收益
19 世纪 30 年代	1%	18%	19%
19 世纪 50 年代	8%	65%	51%
19 世纪 80 年代	47%	87%	117%

资料来源：贝森著《机械化会去技能化吗？》

工资与可替代劳动力

为什么织工的技能水平在薪酬上得到反映要花几十年才能实现？简单地说就是，在19世纪三四十年代，织工使用他们技能的替代选择很有限。即使他们有重要的技能，在他们的报酬很少时，也没有资本威胁要离开。其他适合年轻女性的薪酬合适的工作也很少。洛厄尔的纺织厂定下了工资标准，其他城镇的纺织厂不会雇用大量受过训练的织工，也不

会提供超额的工资来吸引他们。到别处寻找工作是很冒险的。纺织厂因此不需要支付多余的钱来阻止织工离开。只要他们不把工资降得太离谱——工厂经理人清楚明白其中的危险——随时都有新手储备。

由于未经训练的工人能被迅速聘用，因此受过培训的工人市场并不大——纺织厂会聘用经验相对较少的工人。如表6.1所示，在19世纪30年代，只有18%的新聘工人有工作经验。但有经验织工的供给在增长：到19世纪50年代，65%的新聘工人有经验，到了19世纪80年代，达到了87%。那时，训练有素的织工有了一个比罢工更有效的撒手锏：他们可以很容易在另一个工厂找到一份工作。其他雇主愿意多支付一些钱来招募一位对薪酬不满的老织工，因为这能省下他们的培训成本。雇主之间的竞争意味着经验丰富的织工终于可以靠已习得的技能获得可观补偿。纺纱工和其他低技能的工人没有类似的撒手锏，因为他们的培训成本没有那么多。因此相对于更容易训练的低技能工人，以及没有受训过的织工，有经验的织工的薪酬有所增长。

虽然在19世纪30年代织工的工人运动被证明是无效的——接下来洛厄尔的几次罢工都没有成功——但织工后来的工资的的确确增长了。当然，在其他行业，工会有时确实能帮助会员获得更多的报酬。但即使那样，工会的威慑力往往取决于公司取代熟练工人的困难程度。

等待市场

为有技术的织工提供一个健全的市场，为什么需要这么久？我们习惯性地认为新市场的崛起是迅速的，多多少少和新产品的出现或新需求的确立同步。但这种观点只能解释标准化产品。然而，与一个重要新技术相关的特定技能最初并不是标准化的，这限制了市场。刚开始，这些技能总是局限在特定雇主的手中。在沃尔瑟姆的第一家动力织布机厂里，技术织工没有其他地方可去，因为其他纺织厂里没有动力织布机。

越来越多的工厂开始使用动力织布机，然而在一段时间里，市场仍然受限。其中存在一个鸡生蛋还是蛋生鸡的问题。织工不愿为自己的培训买单（也许是因为在学习过程中拿的工资低于行业平均工资），除非他们接受培训后，可以拿到更高工资。但工厂不会为受过培训的织工提供额外工资，除非有利可图，而许多原因表明工厂不会这么干。第一，如果这项技术并没有标准化，那么每个公司都有不同的织机、不同的产品、不同的输入，以及不同的工作方式。如果工人们需要大量培训，那

么纺织厂还不如直接投资训练没有经验的人。第二，很难辨别另一家纺织厂的织工是否真有经验。由于没有标准的培训和认证，未来的雇主没法验证织工的熟练度。第三，雇主若是想省心，不培训大量新员工，就必须得在市场上雇用足够数量的有经验的织工。标准化的缺乏限制了纺织厂之间的竞争。

经验丰富的织工的劳动力市场在19世纪30年代受到了限制，因为居住在洛厄尔周围的有经验的工人数量很少，并且操作和培训都没有标准化。[注]在19世纪30年代，纺织设备市场支离破碎。例如，为洛厄尔提供织机的机械工厂，不大可能会将机器卖给新英格兰的其他纺织厂，而其他纺织厂使用的是拥有不同设计的织机。[注]不同的纺织厂也有不同类型的劳动力供应，组织形式也不同（见下一节关于沃尔瑟姆和罗得岛“系统”的讨论）。

没有标准化产品的市场是存在的，但它们要依靠诸如声誉等机制来传达提供服务和消费者需求的信息。对于名声在外的有经验的织工，市场确实存在。许多这样的织工被聘请来当“帮手”，他们不做计件工作，而是训练新员工或协助其他织工。例如，贝琪·梅里厄姆被劳伦斯纺织厂分厂聘用在高级织间工作，她每周的薪水比经验丰富的织工的计件工资要高30%。她和织间监工达理斯·梅里厄姆同姓，这也许帮助她建立起了名声。名声一旦建立起来，就能帮助工人获得更多的报酬。在特殊事例中，一些具有良好声誉的工人成了“超级明星”，收入远远高于其他人。[注]

但在南北战争后繁荣的劳动力市场发展起来前，大多数织工没有如贝琪·梅里厄姆一样获得高工资的机会。织工劳动力市场的商品化，相对减少了诸如贝琪·梅里厄姆等少数有声誉织工的机会——1883年帮手每周的工资和有经验的织工的计件工资差不多——但给大多数织工的机会更多了。

等待标准化

为什么纺织技巧这么久才标准化？我们看到，有许多因素会推迟技术的标准化。例如QWERTY键盘的主导地位，发展了几十年才显现出来。除了纺织厂之间的地理距离，还有许多因素导致了技术标准化的延迟：[注]

1.更新换代太快。持续的技术变革意味着在纺织厂引进新织机、新产品、新改进的制造过程中，必需的技能也在不断变化。特别是早些年，当技术改进对织工的行为产生极大影响时，织工的技能也发生了翻天覆地的变化。一名擅长操作两台织布机的织工，可能很难适应在每位织工操作四台改良织机的纺织厂工作。1842年，当工厂将每名织工操作的织布机从两台变为三台时，那些习惯操作两台织机的织工，要想达到之前的生产率，必须经历第二次的学习。

这意味着在早期，一名在一家纺织厂受训的织工，可能无法胜任另一家纺织厂的工作。然而最终，技术变革循序渐进。基本的核心技能能够从一家纺织厂转移到另一家，纺织厂为满足特定需要而进行重新培训的成本就相对更少。从操作两台织布机过渡到三台，工人从中习得了监管和协调多台织机的能力，因此从操作四台织机过渡到五台就容易得多。

2.标准的竞争。为了创建一个繁荣的劳动力市场，光有标准还不够，该标准还必须被广泛接受。我们发现标准间的竞争，比如VHS和Betamax系统之间的竞争，使得主导标准的出现被延迟。纺织技术也有标准战争，例如环锭纺和走锭纺。不同的设备配置、布匹质量，以及组织操作，可能会产生其他各种不同标准。在早期几十年里，没有现成的织布机卖，每个纺织厂都会根据自己的需要定制织布机。

南北战争后共享知识和协调标准机构的建立，推动了知识的标准化。1865年，致力于交换技术和管理知识的新英格兰棉花工业协会成立。1884年，第一家培训纺织管理者和工人的技术学校在费城成立。新英格兰第一家技术学校在1895年成立。知识交换和正规培训使得标准化技术可以从一家纺织厂转移到另一家纺织厂。棉花工业协会帮助发展了最佳操作方案，并将其运用在技术配置，以及劳动实践和职工培训上。学校则帮助将这些最佳操作方案教给经理、技术人员以及工人，并建立起了一组基本的织工技能。技术知识核心要点的出现，使得在一家纺织厂接受培训的织工，能够毫无困难地在另一家纺织厂工作，一个繁荣的劳动力市场就可能会形成。

3.组织变革。新技术常常带来职业和行业的重组，以及工作组织结构的变化。在技术和工作组织结构稳定下来之前，针对熟练技术工人的健全劳动力市场很难发展起来。

通常，技术知识的标准化为不同的训练方式创造了机会。在化学行业，大学教育代替了实验室学徒。棉花纺织厂则在获得劳动力的方式上做了大的改变。美国第一棉花纺织厂只产纱线，组织形式是所谓的罗得岛体制。[注]一个大家庭会被招募到厂里来，在纺织厂所在的村庄里工作和生活，公司常会给他们提供住房。通常这个家庭会分到一块土地来开垦，但必须承诺要为纺织厂承担一定量的工作——孩子们的工作通常都要由一位大人监督。

在该体制下，技能发展严重受限。工厂没有指定哪些家庭成员在纺织厂工作。孩子们不太可能比受过教育的成年人更快获得新的技能。而愿意适应这种环境的家庭通常都很贫穷，引用一位工厂老板的话：“常常很无知，品行不端。”[注]这样很难建立起高质量的员工群体。

之后产生了沃尔瑟姆体制，它被第一批综合纺织厂所采用。这些工厂雇用从新英格兰北边农场招募来的识字的年轻美国女孩——这些农场往往条件不错。这些女孩住在工厂所在小镇的寄宿公寓里，通常只在那里工作一年或两年。这种劳动力供给很适合在工作中获得新技能。

但19世纪四五十年代，纺织厂打算在织工技能上做更大的投资，沃尔瑟姆体制被证明并不理想。更大的投资意味着工厂需要聘用织工更长的时间，以收回投资。虽然识字的农场女孩能迅速获得技能，但她们不太可能在工作岗位上待太久。到19世纪50年代，她们有了其他的机会，比如成为学校教师。此外，一旦离开工厂，她们常常会离开小镇，没有被重新聘请回来的可能。

在19世纪40年代，纺织厂开始招聘另一种工人：小镇的常住居民，他们往往是移民和文盲。这些工人可能要花很长的时间来获得技能，但一旦获取，他们会工作相当长的时间。即使他们离开了岗位，由于他们就住在小镇上，之后也可以被重新聘用，这样纺织厂就能再次从他们的技能中获益。纺织厂逐渐遣散了寄宿织工，慢慢建起了以当地经验丰富的织工为主的织工群体。要形成能为熟练织工所用的良好的劳动力市场，这个织工群体是必不可少的先决条件。

分享馅饼，做大馅饼

在新英格兰，为熟练的织工所准备的健全劳动力市场的出现，不仅使织工的工资大幅增加——反驳了恩格斯的观点——也使工人有了更有

效的途径来大规模获得技能和知识。标准化不仅意味着工人能从新技术中获得更多收益，也意味着新技术能被更广泛地使用。

早些年，因市场受限，织工在自己技能上的投资很少，因为他们不指望以后会获得更高的工资。大部分的投资都由纺织厂老板完成，他们依靠训练有素的织工赚取更大利益，从这项投资中获得回报。之后，当针对熟练织工的健全市场发展起来后，每名织工都会为发展自己的技能做投资，在工作的最初几个月接受更低的工资，但她相信能收回成本，未来的职业生涯将获得更高的工资。[注]

这种变化也带来了更多的人力资本投资。如果纺织厂主认为织工在他的工厂只待一年左右，那么他不会在织工的培训上做太多投资，因为获得投资回报的时间太短。没有健全的劳动力市场，织工没有理由将大部分精力投入到学习中。[注]但假若劳动力市场健全，织工就会投资自己的人力资本，期望更高的薪水和更稳定的职业生涯，也许会寻找不同的雇主，或是离开劳动力市场一段时间。更高的回报和更稳定工作的愿景，为织工提供了强有力的刺激，让他们对自己的人力资本进行投资。正如表6.1最后一列所示，经验收益在增多，表明织工的确做了更大的投资，也获得了更大的回报。

标准化并没有终结或是阻碍技术变革。整个19世纪，直至20世纪，纺织技术一直在进行大幅度的改良。织工需要学习新的技术，比如学会操作1895年引入的自动织机。但只要有劳动力市场，这些技能就可以被习得。建立起针对新机器的新标准很快，而工厂的基本组织结构改变甚微，这让劳动力市场能快速适应新技术。

技术与工作

纺织工人的工资变多了，是不是能赚到这些高工资的纺织工人会越来越少呢？马克思对手摇织布机织工的担心在于，工厂技术将取代体力劳动者，淘汰他们的工作。

工业革命的许多技术将以前由体力劳动者完成的任务自动化了。在棉花纺织厂，机器可以完成一些织布工作，比如在织机上滑动梭子，或是将织好的布缠绕在卷轴上。生产一码布需要的劳动力变少了。织工在

一台织机上花的时间少了，便可以操作不止一台机器。这种机器替代人力工作的情况，会让工作永远消失，从而造成大范围的失业和贫困吗？

不会。技术并没有造成永久性的失业，虽然机器在某些工作上取代了人类，但它们还创造了对工人的新需求。一些新的工作岗位涌现出来。这些新的工作需要工人获得新的专业技能，而其过程往往是缓慢和困难的。在过去，技术实际上是转移了工人，而不是永久取代了他们。工人们从一组技术和组织转移到了另一组，从一种知识和技能转移到了另一种上。即使机器能执行的任务越来越多，却并没有造成工作的长期短缺，因为总有别的事情要做。

以纺织工作为例。在工业革命时期，棉花纺织是第一批实现自动化的行业之一。自动化导致棉纱的价格大幅下降，相应地，对棉布的需求大幅增加。起初，织工在家操作手摇织布机来满足这些需求，贴补他们的农业收入。但最终织布实现自动化，工厂开始使用动力织布机，纺织效率更高，布匹价格因此下降。这种竞争压低了手摇织布机织工的收入。马克思认为工资的衰减是“手摇织布机织工的悲剧”：“历史上没有比英国手摇织布机织工的逐渐衰落更可怕的悲剧了，这一职业的消失过程，持续了几十年，最终在1838年（经济萧条的一年）无力回天。他们中的许多人在饥饿中死去。”[注]

马克思似乎认定手摇织布机织工没有其他选择，但经济史学家约翰·里昂仔细研究英格兰的手摇织布机织工的境遇后发现，事实上，他们搬到了市区，开始在纺织厂工作。[注]动力织布机减少了家里的工作，却在纺织厂创造了新的就业机会。里昂总结道，手摇织布机织工肯定相当贫穷，但他们不是工业革命的牺牲品。他们承担了技术过渡的成本，但经历和其他工人并没有什么不同。马克思的错误在于，只从一个行业中的单个职业来看技术对劳动力减少所起的作用，而没有注意到其他职业、行业和领域起抵消作用的工作的增加。

一个多世纪以来，纺织业自动化在节省劳动力的同时，实际上也创造了新的就业机会。在19世纪的美国，织工一个小时可以生产的粗棉布数量是原来的50倍。[注]换句话说，生产一码布所需的劳动力，因自动化减少了98%。然而，并不是98%的织工都失去了工作。相反，织工的数量大幅增长，1830年到1900年之间翻了两番。这是为什么？因为自动化增加了需求。随着成本逐步降低，价格下降，消费者对棉布的人均

需求增多，对织工的需求也增加了。[注]人均消费的增长一直持续到20世纪20年代，彼时，相当明显地，即使价格再低，消费者也不想要更多的棉布了。部分原因是他们更喜欢使用新的合成纤维，还有就是他们对各种纺织品的需求有限。自20世纪20年代以来，与棉纺织品相关的岗位数量在下降，而人均产出量则继续以每年约3%的速度增加。[注]

这是重要新技术的典型发展模式。在早期阶段，许多消费者常常面对高价望而却步。物价回降，需求量就会迅速增加。如果这种需求响应足够大，那么因节省劳动力的改革而带来的物价回降会大大增加需求量，工作的数量也会增加。用经济学术语来表达，这一切发生在需求有充分弹性时。[注]

但即使价格降到很低，大多数消费者也不再想要这个商品时，这一行业的工作数量就将减少。节省劳动力的技术最终减少了织工的数量，但在这之前刺激了长达一个多世纪的就业增长。

即便如此，经济体系中就业总人数没有下降，因为在其他领域还存在许多未得到满足的需求。我们知道这一情况之前就发生过。

比如1800年，在工业革命之前，74%的劳动力从事的是农业。技术大大减少了生产食物所需要的劳动力，价格跌到能满足大多数人对食物的需求，从事农业工作的人数占劳动力的比例，跌到了个位数。但更低的食品价格也意味着消费者有更多的钱来买其他东西，对别的商品和服务的需求增加，为其他行业创造了新的就业机会。

马克思的错误应该让我们有所警醒。不能仅仅因为一项技术可以消除单位产出所需的很多甚至大部分的劳动力，就认为受影响的领域，甚至是整体经济领域中的工作一定会消失。

关键的一点是，在竞争激烈的经济中，技术对就业的影响取决于需求量。只要技术不能完全取代人类，结果就不完全取决于机器取代人工的程度有多大，速度有多快。还有一点也很重要，即通过降低价格、提高质量，或增加新的商品特性，技术创造的需求量有多大。只要技术能继续满足重要的新需求，以及一些人工工作不被自动化，技术就不会完全取代人类。

技术与全球化

技术对工作还有一个影响。它促进了全球化，尤其是当技术知识变得高度标准化时。

还是以棉纺织业为例。20世纪初，英国的纺织机械制造商将他们的产品出口到了世界各地，包括印度、中国，以及日本。但是安装、管理和操作这些机器要求有专业的技术知识，在几十年的时间里，这些国家都没有出现能教会大量工人这些知识的机构和组织。1910年，中国、印度和日本的棉花纺织工人使用的机器和英国织工所用的相同，但他们的生产率远低于英国或美国的工人，因为他们缺乏相应的知识和技能。即使英国纺织厂主跑到印度和中国开设工厂，其效率往往也很低，因为英国纺织厂要让自己的知识适应不同的环境和文化。在20世纪30年代，日本成为第一个达到高水平生产率的发展中国家，并开始主要向亚洲市场出口纱线和布料。其他国家发展则慢得多：一些发展中大国仍在迎头赶上。最近的一项研究表明，如今，靠一些基本的管理方法，比如跟踪库存和测量机器停机时间，印度的纺织厂可以有效提高产出效率。

但日本进入世界市场对美国纺织业几乎没什么影响。直到20世纪20年代，美国国内对纺织品的需求大幅下降，美国才成为纺织品的净出口国。即使到今天，美国纺织品的出口量仍然超过进口量，这一行业如今依然有竞争力，是通过在技术上进行投资，精攻更高级的纺织品，将诸如简单的棉布这样的基本产品拿到海外去生产来实现的。技术的成熟促进了境外生产，许多工人被换到了制作更精美、更高级产品的职位上。

然而，近几十年来全球化导致纺织工作数量减少，主要原因在于不需要太多技术的成衣行业的全球化——海外的服装生产商可能更偏好使用国外产的布匹。20世纪80年代后，成衣的进口多了起来，尤其是2000年以后，中国包揽了大量的生产。这导致了美国纺织品和服装行业不容忽视的失业现象，但这是基础技术出口到世界各地近一个世纪后才发生的。

埃德蒙·卡特莱特发明了动力织布机，以帮助他教区那些通过纺织来增补农业收入的居民。纺织技术没能成为卡特莱特教区居民收入的主要来源，但也没让谁挨饿。在延迟了几十年后，工厂织工等到了收入的增加，纺织成了受教育较少工人通往中下阶层的方法，他们中大多是女性。即使是在20世纪70年代后期，纺织工——2/3是女性，大多数人最高只有高中学历——也能赚取中等水平的工资。尽管节省劳动力的技术在进步，全球化的趋势在发展，纺织业在近200年来为许多人提供了就业机会，动力织布机出现的第一个世纪，与纺织有关的工作的绝对数量一直在增长。

当然，这只是一个单独的案例研究。在19世纪和20世纪，还有许多其他因素影响工人的工资，并不是所有技术的发展之路都一样。其他技术和职业有着不同的发展模式。比如纺纱，工作中不会涉及太多的学习过程，因此没有得到相应回报。[注]其他行业，比如打字和炼钢，针对熟练劳动力的市场成熟所用的时间更少，但仍得花上几十年。[注]一些技术存在于小众市场中，因此技术进步并没有为大规模的工作增加创造可能性。

然而，纺织业为我们提供了一些重要的经验教训。纺织技术取代了人工在织机上操作的大多数任务，然而一百年里就业人数却一直在增加，这得益于人们对棉布日益增长的需求。技术也没有消灭织工获取更高收入所需的技能。由于剩余原理，非自动化技能变得更有价值了。然而，在织工依靠这些技能获得高额回报之前，时间、新的培训机构、新的劳动力市场的投入，都是必不可少的。

---

1. Robinson, Loom and Spindle.
2. Dublin, Women at Work, pp.99–100.
3. Dublin (Women at Work, p..101) finds some evidence that the strike brought benefits to some workers.
4. Allen, “Engels’ Pause.”
5. Engels, Condition of the Working Class, pp..25–26.
6. The formal notion in economics that aggregate income inequality first rises with economic development and then falls is called the “Kuznets Curve” and is attributed to Simon Kuznets (“Economic Growth and Income Inequality”).Economists have measured these trends (see, for example, Williamson, Did British Capitalism Breed

Inequality?).Much of this analysis has been at a macro level, however, and therefore involves broader changes than those I analyze here, including the shifting composition of occupations and changing tax structures.See,for example, Acemoglu and Robinson, "Why Did the West Extend the Franchise?"

7. Wages during the Civil War might not have been representative of peacetime wages.

8. Layer, Earnings of Cotton Mill Operatives.

9. The unskilled male wage only grew 6 percent from 1830 to 1900, after adjusting for inflation (David and Solar, "Bicentenary Contribution").

10. Spinners, in fact, also had learning curves and hence some significant skills.However, their learning curves were lower, implying lower skill levels.See Leunig, "Piece Rates and Learning."

11. Bessen, "Technology and Learning."

12. Dublin, Women at Work, p..10.

13. In 1834, after the first strike, the strikers were replaced by trainees who were soon as productive as the women they replaced.Given that the mills had excess inventory, the production lost from the walkout was not especially costly.In 1836, the strike was more costly because the mills were understaffed before the strike.

14. We can infer that a newly hired weaver has experience if, in the payroll records, we observe that she was put directly on piece rate pay without any training period.Inexperienced weavers were put on day wages for two or three weeks while training before earning piece rate wages.These figures come from the Lawrence Company in Lowell.

15. The market may also have been small because the mills of Lowell tried to avoid hiring from each other.This group of mills had overlapping ownership and set wages jointly (Dublin, Women at Work, p.10) and might have avoided hiring away experienced weavers from one another.However, there were plenty of other mills operating in New England that had different ownership and competed for workers (McGouldrick, New England Textiles, p.37).The lack of standardization appears to have limited competition much more than the control over the market exerted by the Lowell mills.

16. Gibb, Saco-Lowell Shops.

17. Rosen, "Economics of Superstars." Note, however, that the superstar model applies when there is a great economy of scale, such as for an entertainer whose work is replicated digitally.This is something that does not occur in most occupations, however.

18. There were a number of mill companies in Lowell, but because they had overlapping ownership and management, they set wages jointly and avoided "poaching" employees from one another.They acted effectively more like a single company so that weavers would have to relocate to another town to find comparable work.

19. Ware,Early New England Cotton Manufacture; and Kulik, Parks, and Penn, New England Mill Village.

20. Smith Wilkinson cited in Ware, Early New England Cotton Manufacture,p..200.

21. In the language of human capital theory, the case with a limited market corresponds to “firm-specific” human capital while the case with the robust market is called “general” human capital.See Becker, Human Capital.

22. In economic theory, the provision of firm-specific human capital can be under provided because firms cannot credibly commit to rewarding employees for expending effort at learning.See Acemoglu and Autor, “Lectures in Labor Economics.”

23. Marx, Capital, vol.1, ch..15, sec..5.

24. Lyons, “Family Response.”

25. Bessen, “More Machines.”

26. Raw cotton used in textiles grew from about.027 bales per person in 1860 to.064 bales per person in 1920.After 1920, cotton consumption per capita exhibits no clear trend.Of course, the U.S.population grew substantially from 1830 to 1900, but not enough to o.set the labor-saving effect of technology.

27. McKenzie and Smith, “Protectionism Warranted?” The number of cotton textile workers declined from about 450,000.in 1920, to about 300,000.in 1960, to about 50,000 in 2002 (Bureau of the Census, Historical Statistics of the United States; Becker, Gray, and Marvakov, NBER-CES Manufacturing Industry Database).Output per worker is estimated from the NBER-CES database; from 1958 to 2005, real output per employee has grown an average 3.2 percent per year in cotton textiles (SIC 2211).Some of the decline in cotton employment can also be attributed to o.shoring and to shifts in consumer preferences to new fibers.

28. The price elasticity of demand will decline as price declines under some rather general conditions.Suppose, for example, that consumers’ willingness to pay is distributed according to a distribution function.Let F(p) be the cumulative distribution function with respect to price, p.Then demand will be proportional to 1 – F(p).It is straightforward to show that the elasticity of demand with respect to price will increase with price if F is a lognormal distribution or a wide variety of other common distributions.Typical economic distributions, such as those for income or wealth, are lognormal.

29. Saxonhouse and Wright, “Technique, Spirit, and Form.”

30. Clark, “Why Isn’t the Whole World Developed?”

31. Zeitz, “Do Local Institutions Affect All Foreign Investors in the Same Way?”

32. Bloom et al., “Does Management Matter?”

33. Throughout the nineteenth century, the United States imported more textiles than it exported.Although the United States was the most efficient producer of coarse cloths, much of the imported cloth was fine and fancy product.

34. In 2012, the United States imported $5.7 billion in fabric and $1.4 billion in yarn.That year the United States exported $8.5 billion in fabric and $5.1 billion in yarn.Data is from the U.S.Commerce Department, International Trade Administration, O.ce of Textiles and Apparel, http://otexa.ita.doc.gov/msrpoint.htm.

35. Broadwoven cotton fabrics accounted for 35 percent of the woven and knit

products made by U.S.textile mills in 1958; they accounted for only 15 percent of output in 2005.These estimates are by dollar volume from the NBER-CES database.

36. In 1929 there were 1.3 million textile workers, about one third of them producing cotton textiles; by 1973, there were 1.0 million textile workers, but only 15 percent were in cotton cloth and finishing; in 2005 there were only 274,000 textile workers, about 10 percent in cotton cloth and finishing.

37. McKenzie and Smith, “Protectionism Warranted?”

38. Leunig, “Piece Rates and Learning.”

39. As noted previously, the QWERTY standard took two or three decades to emerge as the dominant standard.In steelmaking, Nuwer (“From Batch to Flow”) sees high throughput production standards emerging during the period of 1880– 1920; Jardini (“From Iron to Steel”) finds wages doubling at one mill as it adopted this standardized technology.

第七章
如今的转变：只有稀缺的技术，没有稀缺的工作

在波士顿北部的一个大型配送中心，一个机器人举着放满商品的架子，借助导航穿过仓库去往工作站，那里的员工会根据订单挑选所需商品，然后把商品装进装运箱。这个配送中心由快特（Quiet）物流公司运营，这个公司专门接高档服装品牌订单，曾登上过《六十分钟》（*60 Minutes*）节目“机器人会阻碍就业增长吗？”。新生成的订单会由计算机进行处理，然后将分拣请求发送给69个机器人。机器人会将装运箱运送到大约一百名工人手中，省下了工人到仓库找装运箱的时间。

这是其他配送中心仓库工人要做的事。《六十分钟》的史蒂夫·克罗夫特向快特物流公司的CEO布鲁斯·威尔蒂提出了以下问题：

克罗夫特：如果要用工人取代机器人，你会招聘多少人？

威尔蒂：可能每个机器人相当于一个半的劳动力。

克罗夫特：所以它可以节省很多钱吗？

威尔蒂：是的。

机器人一直是科幻小说的主题。“现在它们终于出现了，”克罗夫特告诉我们，“但我们发现它们并不是来服务我们的，而是争夺我们的工作。如果你原先是一名白领，失去了工作，或是因为裁员，或是因为一名在印度或中国的工人，你很有可能是经济学家所谓技术性失业的受害者。周围有很多这样的情况，今后将更多。”

机器人完成了之前人类执行的任务。令人担心的是，它们正在取代人力，在经济生活中抢夺配送中心和其他部门的工作。不难想象，如今，技术可能是造成持续失业和“未来更大失业率”的一个主要原因。

令人惊讶的是，配送中心和供应链的管理者却有不同的观点：在一份调查中，他们宣称雇不到足够的工人，至少没有足够的工人拥有处理新技术的必要技能。“供应链”指的是将产品从供应商递交到客户的

体系。仓库的机器人并不是最早接管供应链工作任务的技术，它们甚至都没被视作影响今天行业最重要的技术。[注]信息技术已经影响了供应链几十年，它们经常接管之前由运务员等完成的任务。该体系对从产源到客户进行连续跟踪，将存货保持在最佳水平，减少运输时间和成本。RFID（射频识别）标签能让货物被自动跟踪，减少许多运务工作。这些技术让今天的零售商店能够提供比过去更多的选择，通常价格更低廉，并能快速响应需求变化。这些技术已经改变了零售格局，比如推进了最早采用这些技术的沃尔玛的发展。

然而，尽管这些技术减少了对运务员和仓库工人的需求，但它们也通过创造新能力提供了新的就业机会。不管怎样，这些新的工作需要管理人员和技术人员掌握专业技能，他们通常拥有大学学位，对教育程度相对较低的操作员来说，也同样要求掌握专业技能。那些人通常在工作中习得专业技能，往往供不应求。

此外，业界专家认为在不久的将来，对熟练工人的需求会增大，这一需求至少将持续十年。学术专家与行业贸易协会合作，发布了“美国原材料处理和物流路径图”，指出：

> 尽管在未来几年，原材料处理和物流体系中的工艺和技术可能会极大提高，到2025年，大部分工作仍将继续由人类劳动力完成。此外，（这一技术的）其他方面，如处理各种各样个性化需求时所需的灵活操作，只能由技术熟练、富有创造性的劳动力才能完成。
>
> 换句话说，在2025年，人依然是行业中至关重要的因素。[注]

与纺织和19世纪的其他技术一样，一些任务的自动化增加了剩余任务的价值，即使是在需要新的或更深层次的技能的情况下。但有着这些技能的工人却不容易找到，最初也没有健全的劳动力市场为工人掌握这些技能提供激励。参与绘制该路径图的供应链专家认为，一个关键的问题是“得摒弃一种观念，即加入（该行业）并不能保证收获一份报酬适当的工作”。如果他们不知道“一份工作会将他们带到哪里”，应聘者可能不会在新技能上进行投资。专家呼吁开设拥有新课程和认证的培训项目，以规范新兴的职业分类。在他们看来，培训认证对于技能标准化至关重要，能促使劳动力市场提供长期回报：“公司会以各种可行的方案进行长期在职培训。然而，建立起一个认证机构联盟很有必要，它要整合如今已存在的各种协会和相关项目的认证。”专家们提倡设置培训项目，包括

那些每年新增7万个类似认证的在职培训。就像过去一样，标准化技能的广泛发展，对新技术的采用至关重要，并为大量工人创造了高薪就业机会。

技术带来的这些问题，并不是只对供应链上的工人有影响。埃里克·布林约尔松和安德鲁·迈克菲在他们的著作《第二个机器时代》中有力地争辩道，在许多职业领域，技术正在改变工作。他们写道："对于一个只有'普通'技能和能力的工人，没有哪个时代比现今更糟，因为电脑、机器人和其他数字技术对这些技能速度的要求不同寻常的高。"注在过去，新技术倾向于自动化蓝领的工作。现在信息技术已经开始自动化白领的工作，而新技术甚至将自动化更加专业的工作。电脑已经可以用X射线来诊断乳腺癌，并能预测其痊愈率，其水平至少相当于普通放射科医生。

毫无疑问，技术改变了工作，但问题的关键是如何改变。两种描述角度——一种由《六十分钟》提出，另一种则由工厂管理者持有——代表了在当前经济体系中，技术是如何影响工作的两种观点。这两种观点都认识到技术接管了一些人工任务。但一种观点认为，技术不仅接管任务，总的来说现在是在消除工作。机器代替了工人，导致工作越来越少，对于那些没受过高等教育的工人尤其如此。根据这个观点，技术导致的失业使得薪资中值停滞不前。大量的失业工人竞争数量很少的工作，从而压低了工资。

在另一种观点中，技术不会取代工人，它只是将工人转移到了需要不同技能的岗位上。有时，这些新的不同技能被相同的职业采用，有时被其他职业的新工作采用。但在这个观点中，除非行业已经非常成熟，否则技术并不会造成工作的短缺。相反地，工资停滞不前，是因为许多工人习得新技能有困难，并且劳动力市场还不能完全让工人因技能而受益。在这个观点中，技能是稀缺的，劳动力市场是不完整的。第一个观点则认为工作是稀缺的。

替代还是转移？

替代和转移之间的区别很重要，因为它会影响政策。如果技术正在取代工人，那么在不能进行大规模再分配的情况下，政策也无法改变经

济的不平等现象。此外，未来可能只有接受教育程度最高的工人才能获得好工作。如此极端的经济上的不平等可能导致政治不稳定或自由民主的终结。这一观点描绘了技术在历史转折中所起的作用，而它在过去200年里一直在提升许多人的经济福利。这一观点预示资本主义制度即使没有瓦解，也将承受极大政治压力。

但如果技术主要是转移工人，而不是取代他们，也许经过漫长的过渡期，未来和过去不会有太大不同。要实现这一愿景，关键取决于落实能鼓励新技能广泛发展的政策。我们应当看到，最近几十年，政府的政策大都走错了方向。出于这个原因，了解我们当前困境的本质对制定正确的政策至关重要。

事实上，今天的证据表明，信息技术正在转移工人，而不是替代他们。这是我通过观察案例研究证据，然后又综合数据得出的结论。也许未来会与过去不同，但通过仔细观察劳动力市场目前的形势可以看到，如今，我们正经历着困难的过渡期，而不是猛烈的历史换代。

机器人偷了我们的工作吗？

《六十分钟》还列举了其他几个受科技影响的职业。机场的自助售票设备已经取代了售票员，“银行出纳员已经被自动柜员机取代，售货员为电子商务让步，接线员和秘书则让位给了语音识别技术”。

如果自动柜员机做了银行出纳员的工作，会计软件做了会计员的工作，那么银行出纳员和会计员的工作数量明显应该变少。但这一推断是错的。我们可以通过查看这些职业实际的变化来检验关于自动化的争论。表7.1显示了过去十年的变化。注

表7.1 机器人会取代这些职业吗？

职业	雇员人数变化 1999—2009 年
预计取代，实则雇员数增多	
银行出纳	123440
簿记员、会计员、审计员	138000
零售销售人员	480460
总计	741900
预计取代，实则被转移到了其他职位	
文字处理和打字员	－161840

职业	雇员人数变化 1999—2009 年
接线员，包括接听电话服务	－101590
秘书，不包括法律、医务、行政人员	215590
前台接待员、问讯员	64440
总计	16600
实际被取代	
预订代理、交通票务代理、旅行顾问	－79840

资料来源：美国劳工部劳工统计局，职业就业调查

即使是在经济大衰退时期，尽管有自动柜员机，银行出纳员的数量也在增加，同样地，尽管有会计软件，会计员的数量也在增加，尽管有电子商务，零售销售人员的数量也在大幅增长。这三种职业加起来，总共增加了近75万个新的工作岗位。打字员和接线员的数量下降了，但其下降的数量被相应增加的秘书和接待员的数量抵消了。换句话说，机器没有取代他们，只是将他们的工作转移到了不同的职业上。如果自动柜员机、会计软件，以及文字处理真的会取代工人，那么这些职位的数量应该会急剧减少。而在这些例子中，只有旅行机票代理人的数量下降了，并且没有在其他职位上得到抵消。即使是这样，计算机技术也没有真正取代人类的劳动；它只是把劳动力从航空公司员工转移到了航空公司客户上。

这些例子并不能佐证技术性失业，即使的确有技术代替了某些工作。诚然，自动柜员机、会计软件等技术让机器执行了之前由人类完成的工作，改变了这些工作的性质，但是，在纺织业这个例子中，甚至那些受影响更直接的职业中我们可以看到，这并不意味着这些技术必然导

致职位减少。机器取代工作的简单想法听起来似乎言之凿凿，但各种例子表明，这并不能准确解释一些职业究竟发生了什么变化。

（没有）消失的银行出纳员的故事

再来看看出纳员和自动柜员机的故事。美国西雅图第一国民银行在1971年安装了第一台自动柜员机。到1976年，全美有超过5000台自动柜员机，之后安装速度进一步加快。注到1984年，42%的美国家庭有了银行卡。银行最开始使用这些机器，是为了提供更好的服务，也是为了将自己的事业版图触伸到更远的地方，因为当时开设银行分行很受限制。银行家们同时也看到了其节约成本的潜力。富国银行的副主席理查德·罗森伯格在1980年写道，电子交易将减少银行分行的数量，剩下的分行"只会聘用（如果需要的话）很少的员工"。注

但是出纳员的数量并没有减少。相反，如图7.1所示，当自动柜员机的数量在20世纪90年代中期开始飙升时，在职的出纳员的数量出现了小幅上涨。注银行此时已经减缓了安装自动柜员机的速度，但出纳员的数量显示，没有证据表明这些机器已经取代了出纳员。如果自动柜员机真的会取代出纳员，造成大规模失业，那么我们应该看到的是，随着自动柜员机的出现，出纳员的在职人数应大幅下降。但事实并非如此。

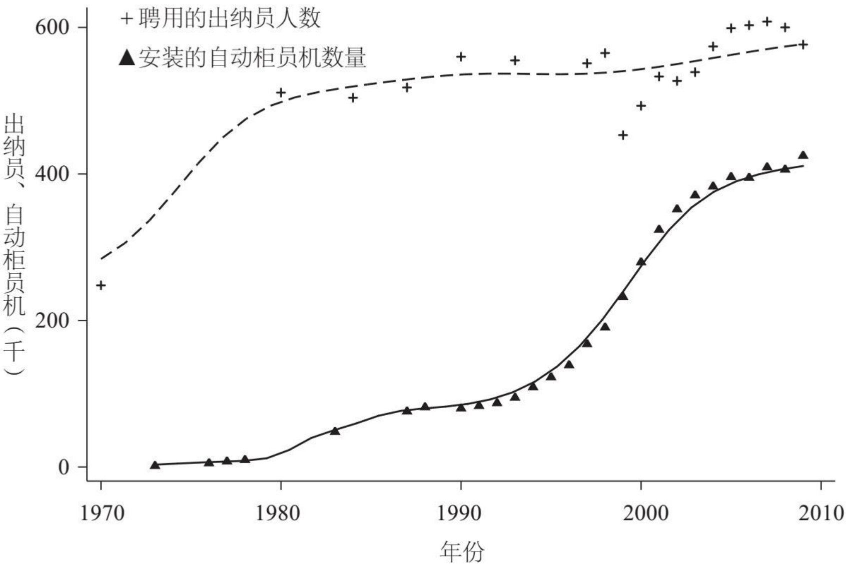


图7.1 自动柜员机的使用并没有减少出纳员的在职人数

资料来源：拉格尔斯及其他人口统计学家合著《综合公共利用微数据系列5》；美国劳工部劳工统计局，职业就业调查，http://www.bls.gov/oes/；国际清算银行支付与结算系统委员会，各类发表论文

怎么会这样呢？由于一些原因，机器接管了出纳员的一些工作，对出纳员服务的需求反而增加了。平均来说，在城市，分行聘用员工的数量，从1988年的大约20名，下降到了2004年的13名。但这也意味着，银行开设分行的成本更低，开设分行的数量相应增多了。城市商业银行分行的数量在1988年到2004年间增长了43%，抵消了每家支行减少的员工数。[注]

对客户而言，自动柜员机使得银行交易更方便了。我们很难忘记，在20世纪70年代办理银行业务有多烦琐，当时支行数和营业时间都很受限。随着更加方便的自动柜员机的出现，以及管制的放松，银行交易的数额猛增。但自动柜员机无法处理所有的银行交易，比如小型企业对巨额现金的需求，也不是每位客户都习惯使用自动柜员机。有些人宁愿排队等出纳员。虽然自动柜员机让每位出纳可以处理更多的事务，对人工服务的需求却并没有消失。

银行管制的放松也打开了市场，使得银行间能跨州竞争。一家支行的低运营成本，激励着银行在别州扩张事业版图。一旦它们需要争夺更多的客户，便捷性和服务质量就变得更重要。一些银行使用自动柜员机来替代出纳员，另一些银行则发现将出纳员视作“客户服务团队”的一部分能获得更大的成功，它们试图吸引客户消费更有利可图的服务，比如投资管理。这被称为“关系型银行业务”。银行管理类期刊现在热议如何减少出纳人员的流动，聘用足够多的出纳员来减少等待时间，用他们来创建“超赞的客户体验”。[注]那么自动柜员机又有什么新功能呢？它会安装一个可联系上人工出纳员的摄像头。[注]

因此，关于机器取代劳动力并降低整体就业率和工资的说法太缺乏考虑了。就像织布一样，机器可以完成一些任务，但也增加了对其他任务的需求。自动柜员机可以执行简单的交易，但由于其带来了银行分支数量的增加，也增加了对可执行其他任务的出纳员的需求。技术对就业的影响，比许多人所认为的更为复杂。计算机正在接管银行出纳员和其他许多行业工人的任务，但这是单一现象，不足以支持最近一项研究的结论，即这样的计算机化使得“许多行业的大量工作岗位，在不久的将来受到威胁”。[注]

出纳岗位的数量在未来不可能会增加多少，却有可能减少。银行不再开设支行，而在线银行的数量正在快速增加；毫不奇怪地，出纳岗位

的数量自2009年以来略有下降。但技术对银行出纳员更重要的影响可能会在他们的工资上体现出来，尽管技能变了，工资却没怎么变。自20世纪80年代末以来，银行出纳员的平均每小时工资只上涨了约6%。到目前为止，银行出纳员的流动性仍然很大，劳动力市场不能为出纳员的经验支付报酬。下一个案例则会分析，为什么在就业数增长和技能提升的情况下，平均工资依然停滞不前。

变化中的技能

让我再来看看排版和出版技术，虽然这些技术已发生了翻天覆地的变化，但行业工资却停滞不前。中国在11世纪发明了活字印刷术，15世纪德国的约翰尼斯·古登堡也独立发明出这种印刷术。那时，每个字母的金属铸件由人工在字盘里按顺序排列出来。这项工作在1886年被铸排机自动化了。虽然铸排机的发明被认为会导致熟练排字工的地位被新手排字工取代，但铸排机工人实际需要很多技能。几十年来，这些技能需要在国际印刷工会制订的五年学徒计划中习得。国际印刷工会是一个强大的工会，印刷工人和排字工人获得的工资都要高于平均水平。注

技术改变事物起初是非常缓慢的。铅印需要使用金属活字，在金属活字涂墨后将其印到纸上。另一种印刷技术平版胶印，则使用一块被蚀刻好图像的母模板。在为印刷准备排字的过程中，影印肯定比铸造金属来得容易。20世纪40年代，诞生了照相排版术，排字员依然需要使用键盘，通过摄影曝光，将文字在感光材料上成像，再经冲洗获得底片，用底片制版印刷。这项技术并没有过多改变印刷工人的技能，但它为进一步改变打开了一扇门。

计算机第一次被应用于排字和拼版是在20世纪60年代早期。它带来的第一大优势便是文件被保存在计算机的内存里，因此不需要重新键入打印文本来纠正错误。伴随这种发展而来的还有编辑系统，它消除了许多重新键入的程序。在计算机屏幕上用WYSIWYG语言（what-you-see-is-what-you-get，所见即所得）进行页面制作的尝试也始于20世纪60年代。这项技术最终使得设计者在计算机上创建更改布局，而不用每个页面都创建一个实物模型。

尽管20世纪60年代的科技进步并没有过多影响工作，但排印人员已经预见到接下来会发生什么。纽约的报业人员在1962年发起了罢工，使得这座城市的报纸停刊了三个多月，在某种程度上来说，这次罢工因自

动化引起。为结束罢工，出版商同意，若没有工会的允许，他们不会引入技术变革。这个协议最终促成了1974年的一项协议，表明报纸可以采用自动化技术，但要保证工会成员终身聘用，这为全美报业排印人员的最终归属设定了一个范式。[注]

计算机排版的出现，对就业和工资的影响非常大。各行各业排字和拼版的职位数从1979年的17万降至1989年的74000。在这段时间里，他们的平均工资，排除通货膨胀的影响后，下跌了16%。国际印刷工会的会员数急剧下降，1986年，该工会已虚弱不堪，只得与另一个工会合并。

但计算机出版技术同样也创造了就业机会。现在许多排印由桌面出版员和平面设计师完成，其数量迅速增长，远远超过了排印人员减少的数量。各种类型的设计师的数量从1979年到2007年翻了两番多，超过80万名，远比减少的排版工人数量多。[注]计算机出版技术淘汰了一些工作，比如重新录入文本，这让排版更容易，花费更少，用途更多。因此，平面设计和桌面出版的需求激增。曾经要用打字机打出来的出版物，现在高质量地呈现在电脑上。我们今天读到的许多字体，比三四十年前的设计感要强得多。

这种转变要求平面设计师学会使用与电脑和排版程序有关的新技能——这是相当大的转变，需要在学习上投入很多。然而，这些新技能并没有在设计师的工资和薪金中得到反映。在排除了通货膨胀的因素后，近年来平面设计师的平均小时工资一直停滞不前，实际上，各种类型设计师的平均工资从20世纪70年代以来一直在下降。虽然设计师的薪水平均比印刷工人要多一点，但2007年中等水平设计师平均每小时赚的钱，只比1976年中等水平的印刷工人多一美元。设计师似乎没有享受到这项技术的好处。

为什么普通设计师在获得大量新技能，履行大量工作职责后，并没有赚得更多？因为设计师的技术要求和工作组织似乎在不断变化。平面设计师取代了排印工人，但其在某种程度上又被网页设计师所取代，网页设计师又在某种程度上被移动终端设计师所取代。技术不断重新定义着出版及出版方式。所有这些变化都需要特定的新技能——这些技能主要通过在工作中共享知识获得，而不是在学校。每年，设计师都要学习新软件和新标准以跟上时代。几年前，他们学会了Flash，现在是

HTML5。明年，也许又是别的技术。

伴随这些技术变革而来的，还有同样激进的组织变化。以前在印刷厂或者排版室做的工作，现在由客户、广告公司或设计工作室完成。自由职业设计师所占的比例，从1979年的18%上升到了2007年的26%。职业被重新定义，新职业正在涌现，比如桌面出版员和信息架构师。商业模式在不断变化。20世纪80年代实现自动化生产后的报纸利润可观，如今却陷入财务困境。图书出版商们从电子书中获利，但销售渠道的减少让他们的长期前景不容乐观。而这些改变还远远没有结束。

铸排工早已被时代淘汰，但他们还没有被新的、稳定的职业所取代，因为缺乏成熟的机构来培训和聘用熟练员工。许多平面设计艺术学校跟不上最新技术，甚至以网页设计为主打的教育项目，往往都很难跟上最新的标准和软件。拥有这些知识的人，运用知识所赚取的钱，远远多于教授知识所得。

由于技术知识的淘汰速度变得更快了，经验的价值也跟着下降。在20世纪70年代末，一名有15年经验的设计师的收入，平均比一名工作经验不及5年的设计师多65%，而这部分经验价值下降了约52%。[注]许多经验丰富的平面设计师仍然收入不菲，但如今的设计师所掌握的经验，很多都是关于过时技术的。

最有能力的设计师通过自学获得高薪，他们往往是自由职业者。在一些城市，自由职业者每小时能赚90美元或100美元，甚至更多。顶尖的10%的设计师薪酬远超平均水平。[注]但普通设计师的工资却停滞不前。所有这些生产技术和组织上的动荡，使得普通设计师无法轻易获得新的技能，因为这些技能不够标准化。虽然对于有着高级技能的精英设计师而言，存在一个基于声誉的市场，但普通设计师却无法从中受益。

出版业清晰地向我们展示了如今的困境：在技术、技能和组织稳定下来前，新技术的收益不会流向大多数工人。相反地，它们流向了可以自己学习新技能的能力强的员工以及雇主，正如工业革命前几十年那样。

标准化的知识以及更高的报酬

然而，职业护士的故事让我们看到了一些希望。在排除了通货膨胀

的影响后，职业护士的工资在过去十年里上涨了10%。在过去的30年里，职业护士的就业人数上升了37%，实际平均小时工资增长了24%。[注]职业护士成为最大规模的中等收入职业之一，工资和就业数都在强劲增长。

当然，医疗卫生部门普遍经历了强劲增长，部分原因是人口老龄化越来越严重。尽管大多数医疗卫生领域的就业数一直在增加，但不是所有职业的工资都在增长，有些甚至低于薪资中值。例如，家庭健康护理一职的薪资中值在1999年和2010年之间下降了8%。其中的差异可以归因于技术和专业技能的标准化。职业护士的工作涉及重要的新技术，家庭健康护理则不涉及。此外，职业护士在工作中获得了重要的新知识和技能，这似乎很令人惊讶，因为大多数职业护士没有受过高等教育。

然而四十多年来，有人一直在预测职业护士会消失，因为这些护士缺乏足够的知识基础来应对新技术。[注]要取得职业护士执照，需要在大专或职业学校（有时有医院背景）进行9到18个月的培训，具体情况每个州各有不同。考虑到技术和科学知识在卫生保健方面扮演的角色越来越重要，自20世纪60年代起，这个要求就已经不能满足需求了。1965年，美国护士协会认识到新技术日益重要，预测有些培训项目将被延长至18个月。美国护士协会提出取消职业护士执照，以支持那些有大专文凭，在专科学校学习过两年的护士。协会游说州监管机构来实现这一计划，但收效甚微。[注]但职业护士的就业数也没有增长多少，一些医院因担心医疗服务的质量而不再雇用她们。

但在其被淘汰的过程中，奇怪的事情发生了。从20世纪70年代起，直到20世纪90年代，职业护士的数量没怎么变或略有下降，这取决于你研究的统计数据。然而，自1999年起，职业护士的数量增长了近50%，工资也大幅增长。

这似乎令人费解。的确，一方面医疗技术已经发生了巨大的变化，这无疑影响了职业护士的工作。例如，他们现在需要使用各种各样的生物仪器来监测患者。另一方面，对于职业护士正式的培训期限自1965年以来都没有改变，只有几个州要求18个月的培训。人们对职业护士的需求量变得更大，他们拿着更高的工资，做着技术更为先进的工作，但却没有接受额外的正规培训。

如果我们考虑到职业护士在工作中的学习，这一悖论便能得到合理

解释。一些证据表明，职业护士通过实践来学习的过程，对他们的收入影响越来越重要。在20世纪70年代末，一个有15年经验的职业护士只比一个工作不到5年的职业护士多获得11%的报酬。经验并没有获得可观的回报；很显然，职业护士在工作中学到的有价值的东西很少。但是今天，有15年经验的职业护士赚取的薪酬比一个工作不到5年的多37%，经验已经变得非常有价值，这表明职业护士正在向工作中投入大量的人力资本。他们现在有了极富价值的学习曲线。

是什么改变使学习在工作中变得更重要了？技术和组织因素的综合影响，使得护士所需的专业技能变得标准化。一个重要的变化是广泛采用的微创手术技术。电子技术、光导纤维，以及机器人的发展，使得如今的手术患者能很快恢复，省去了昂贵的住院费用。内窥镜使得许多手术能通过小切口完成。激光使得微创眼科手术得以实现。麻醉技术和止痛药的进步使得患者能更快地恢复意识，在家也能缓解自己的疼痛。尽管内窥镜自19世纪以来便在一直使用，但内窥镜的改良和其他医疗技术的进步使其在如今用处更大。

此外，组织的变更，以及医疗保险和政府补偿项目的变化，造就了一个新的商业模式——门诊手术中心。该中心只专注于一种手术，比如膝关节手术或眼科手术，通过经验学习变得更专业、更熟练。外科医生也有学习曲线。这意味着医疗结果可以得到改善，同时还能避免住院和因更多侵入性治疗而引起的并发症所带来的额外成本。更好的质量、更低的成本开辟了盈利的机会，之后门诊手术中心的数量呈爆炸式增长。1983年，美国有239家独立门诊手术中心，到1996年增加到3300家。在1983年，有38万例门诊外科手术是在独立中心和医院进行的。在2006年，这一数字增加到了5300万。

门诊手术中心聘请了很多职业护士。大多数职业护士就业数的增长得益于医生的办公室和门诊诊所。2009年在医生的办公室和门诊诊所工作的职业护士比1979年多了约6万名。这一转变大部分可归因于门诊手术的发展。

这种新的商业模式需要不同的技能。健康管理专家克莱顿·克里斯坦森、杰罗姆·格罗斯曼，以及杰森·黄把住院手术到门诊手术的转变看成从“直觉医疗”过渡到“精准医疗”的一则更具体的例子。[注]医院会接待有各种各样症状的病人。然而，许多疾病要确诊很困难，而一旦确诊，同一疗法并不适用于所有的病人。医务人员经常试探性地进行初期诊断，

治疗开始后，再根据病人的反应调整治疗方法。这是直觉医疗，它需要训练有素的专业人员对病人的病情做出复杂判断。在这种情况下，职业护士可以通过完成监测和照顾病人等常规任务，来协助技术高超的医学专家，但是因为不同病人间的差别太大，职业护士从照顾一名患者身上学到的经验，很少能用到其他患者身上。

相比之下，门诊手术中心专注于特定领域，诊断是确定的，病人也没有并发症，治疗方法众所周知，虽不能保证一定成功，但医疗结果可以预测。医生可以确诊近视或腕管综合征，并用激光手术或内窥镜手术分别来治疗这些疾病。这些过程是标准化的，结果是可预测的。

这就是精准医疗，职业护士在其中扮演了不同的角色。因为程序标准化，职业护士可以在工作中学习到宝贵技能。专业化缩小了他们可能遇到的情况的范围，重复工作使得职业护士学得更快更好，获得的技能虽然应用范围狭窄，但更有价值。靠着经验，职业护士可以更好地预测医疗专业人士的需求，能够更有效地监控和照顾病人，识别即将出现的问题，并提醒其他医疗专业人员。此外，由于程序标准化，技能变得可以转移。一名护士在一家膝盖手术诊所获得的经验，也可以运用在另一家诊所。精准医疗的标准化促进了为熟练职业护士准备的劳动力市场的出现。所以他们的工资一直在上涨。同样地，护理技能充分标准化后，职业护士的劳动力市场能够快速适应技术的变化，就和过去发生在织工身上的一样。

整体情况

在这些案例中，技术转移了工人，并没有取代他们。排版工作变成了美术设计，打字员工作被秘书替代。因为技术的发展，银行出纳员、平面设计师、秘书和职业护士都要学习新技能。但在这些情况下，新技术并没有导致就业量下降。有些工作转移到了其他职业中，但是并没有消失。然而，过渡到新的角色和新的技能需要时间，且到目前为止，并不总是成功的。

总体工作

这些案例研究有何代表性？让我们来看一些综合数据，这些数据为

技术性失业并不是工资停滞不前的主要原因这一结论提供了有力支持。总的来说，主要是转移而不是替代。

经济学家根据拥有工作的人口比例来判断劳动力市场是否健全。如果自动化造成整个体系的失业，导致工资增长停滞不前，那么我们应该看到1980年后，美国适龄工作人员中有工作的人数占全美人口数的比例在下降。图7.2显示了适龄工作人员中被聘用的人口比例（年龄在25岁到54岁之间的适合工作人口）。该图反映了职位空缺总数，以及劳动年龄内的美国人从事的职业数量。我们看到，随着越来越多的女性进入职场，这个比例有一段长时间的上升期，而最近，因为经济衰退，又急剧下降。

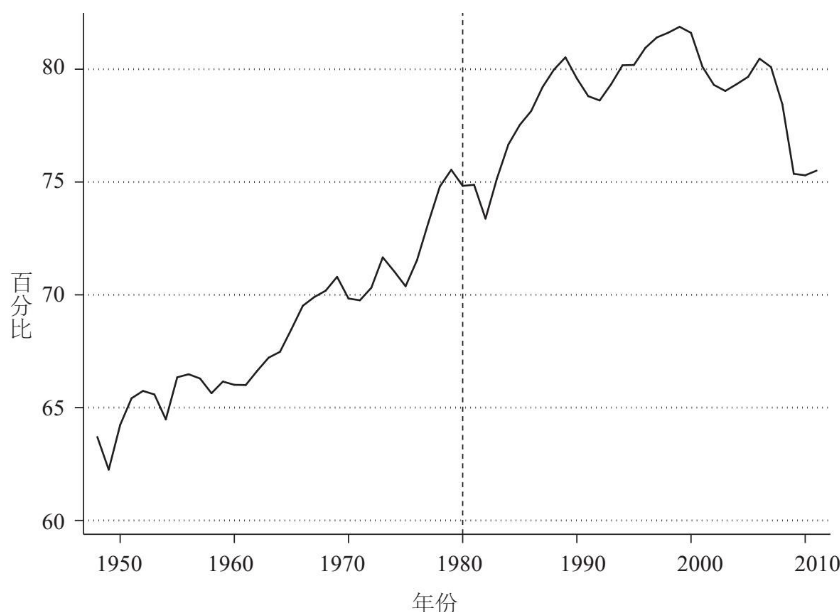


图7.2 拥有工作的美国人增多了，而不是减少了：劳动年龄内被聘用的人口比例（年龄在25岁到54岁之间的适合工作人口）因为经济衰退而急剧下降

资料来源：美国劳工部劳工统计局，当期人口调查的劳动力人数统计，LNU02000060Q 和LNU00000060Q系列，http://www.bls.gov/data/

就业率没能在最近的经济危机发生之后触底反弹，实在令人担忧。经济学家争论着失业率居高不下的原因，并指出了多种可能导致近期就业率不佳的因素。一些人指责政府未制定能带来足够经济刺激的政策，另一些人则将注意力放在人口老龄化和性别角色的变化上。还有一些经济学家指出，越来越多的年轻工人选择去学校读书，也有部分人认为技术助推了这一现象。

不管最近糟糕表现背后的原因是什么，图中清晰地显示出，普遍存在的失业现象无法解释自1980年以来一直存在的工资停滞现象。从1980年开始，直到2008年经济衰退，其间就业率大幅上升。甚至在经济出现衰退后，适龄工作人员的就业率仍比1980年时高。尽管新技术不断出现，经济仍创造出了可供越来越多适龄劳动力从事的职业。技术可能是导致过去几年劳动力市场疲软的一个因素，但缓慢的复苏也许是好事将至的表现。技术性失业不能解释过去三十年工资的停滞不前，这不是一个简单的机器代替工人的故事。

职业变迁

工资停滞也不能用一个简单的新信息技术取代工人的故事来解释。如果是那样，那些受信息技术影响最大的职业就业人数下降得应该最厉害。表7.2显示了不同的技术对5种行业的工作和工资，以及使用计算机员工占比的影响。

5种行业按使用计算机的比例由高到低排列，分别是：

1.科学、工程和计算机行业。这些行业中的许多工人会创造技术。

2.受办公室计算机技术和互联网影响的行业。这一群体包括管理、行政、销售，以及媒体工作。这些职业需要大量使用办公室计算机技术，包括会计软件、文字处理、企业管理系统和电子商务。排版、桌面出版和图形设计都属于这一范畴，还有表7.1中列出的银行出纳员等职位。

3.医疗卫生行业。涉及职业包括医生、牙医、诸如职业护士这样的中级技术人员，以及卫生服务人员，他们受到了新技术和新的业务模式，以及其他组织变更的综合影响。这一群体中许多中等收入的职业与一些专业技术紧密相连，比如能操作核磁共振成像仪和CT扫描仪的放射技术人员，以及超声波检查医生。因为新的诊断和预防技术，许多中级技术人员扩展了他们的职业版图，他们现在能脱离医生独立执行更重要的任务。

4.受技术直接影响较小的行业。这个群体包含各种各样的职业，比如餐厅服务员、教师、运输工人和建筑工人。尽管其中大多数职业或多或少会受到技术的影响，但直接影响要比上面列出的职业小得多。

5.受制造自动化和境外生产影响的行业。涉及职业包括制造和安装、维护和修理等。比如纺织业，就包含在这个群体中，这些职业大多采用成熟技术，因此技术变革会导致工作的减少。

表7.2 技术和行业变化

	使用计算机的员工比例（2001 年）	年工作增长率（1982—2012 年）	2012 年聘用员工数（百万）
科学、工程和计算机行业	85%	2.1%	8.0
受办公室计算机技术和互联网影响的行业	69%	1.2%	55.5
医疗卫生行业	55%	2.5%	11.3
受技术直接影响较小的行业	31%	1.4%	52.6
受制造自动化和境外生产影响的行业	51%	－1.1%	13.3
所有职业	51%	1.1%	140.7

注：这五大行业中主要的职业分组如下：（1）计算机和数学职务，建筑和工程职务，生命、物理和社会科学职务；（2）办公室和行政助理职务，销售和相关职务，管理职务，商业和金融职务，艺术、设计、娱乐、体育和媒体职务；（3）医疗卫生从业者和技术职务，以及医护助理职务；（4）运输和物流相关职务，食品准备及服务职务，教育、培训和图书馆职务，建设和物流行业职务，建筑物和地面清洁与维护职务，个人护理和服务职务，保护服务职业，社区和社会服务职务，法律职务，农业、渔业和林业职务；（5）生产职务，安装、维护，以及修复职务。
资料来源：美国劳工部劳工统计局，三月当期人口调查，http://www.bls.gov/cps/

表7.2显示，计算机的使用与工作的更换和技术性失业并无关联。1982年到2012年，劳动力总数每年增长1.1%，其中使用计算机更多的职业人数，增长速度更快，而不是更慢。特别是行政和销售行业——包括银行出纳员、打字员，以及会计员——岗位数的增长些许超过了劳动力的增长，而技术对其中很多职业都有影响。其他密集使用计算机的行业，工作数也增加了，包括医疗卫生和科学/工程行业。也许在这些行业中，有其他因素抵消了计算机减少就业数的影响，但这似乎不太可能同时发生在如此广泛的职业群体中。

只有与生产相关的岗位数增长速度比劳动力增长慢，产生了大量的失业。失业现象肯定压低了工资。然而，即使是失业，也并不完全是计

算机、新的信息技术，以及机器人导致的。首先，制造业的就业机会因进口竞争而被削减，特别是来自中国的竞争，而且相比其他工作，它们对商业周期更敏感。注这意味着制造业工作岗位的减少只有部分是技术所致。

此外，制造业工作岗位减少并不是第一次出现，也不是在1980年后才发生。如同纺织业一样，制造行业采用了成熟的技术，而这些技术在20世纪就已经减少了许多工作。图7.3显示了制造业的就业数占非农就业数的比重。至少自20世纪40年代起，相比就业总人数，制造业的岗位数在稳步下降。然而总体工资的停滞是最近才有的现象。此外，没有任何迹象表明制造业的衰退因最近新技术的出现而加剧。

计算机数控系统和机器人肯定对最近的失业有不可推卸的责任，然而大多数的技术替代则是因为其他技术。如表7.2所示，制造业岗位相对较少使用计算机。麻省理工学院2014年的一项研究发现，那些密集使用计算机的制造岗位的数量，在过去十年里，并没有因生产率增长而减少。注

总而言之，对于智能机器将永久取代人类劳动力这一说法，目前，表7.2并没有提供多少有力证据。在制造业，有一些与技术相关的失业现象，但其他领域岗位的增长足以弥补这些损失。经济从衰退中复苏的过程肯定是缓慢的，但这可能与其他因素有关，比如近代史上最大规模的政府裁员。

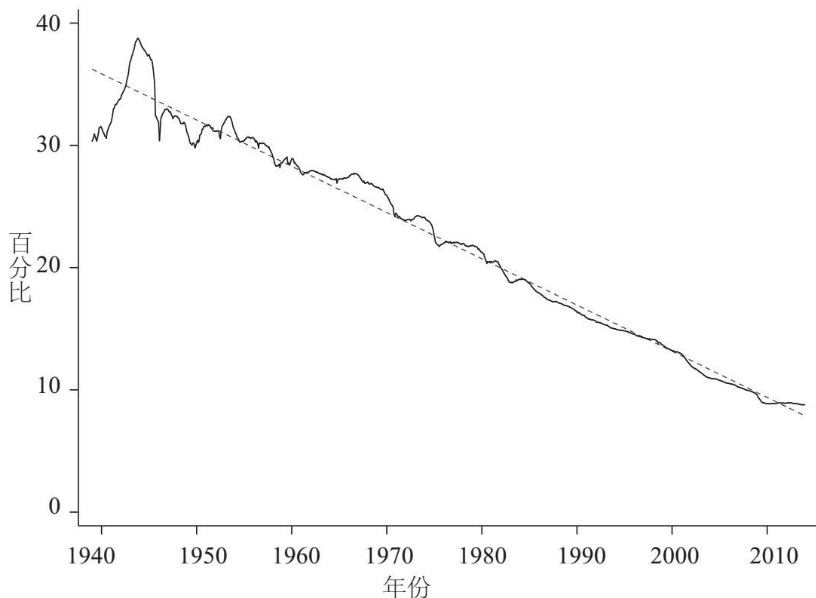


图7.3 制造业就业人数占所有非农业行业就业人数比例
资料来源：美国劳工部劳工统计局就业形势报告，http://www.bls.gov/ces/

工资、技能和转移

虽然信息技术似乎并没有完全取代工人，但它对一些特殊职业仍然产生了深远的影响。虽然行政管理和办公室工作人员的总数增加了，但接线员和打字员的数量却因信息技术大幅下降。经济学家据此得出的结论是，计算机减少了对常规任务的需求，其中不仅有制造岗位，还有许多本该由秘书、打字员，以及其他白领完成的工作。注 但是常规任务需求的减少，使得对能执行非常规任务员工的需求增加。有时这些变化发生在一种职业中，比如银行出纳员现在要完成相对更多非常规的任务。在其他情况下，一种职业被另一种职业所取代，比如秘书代替了打字员。此外，秘书的工作也已从常规任务，如打字、速记、接电话，变为涉及大量学习的更复杂的任务，比如在互联网上搜索或是安排行程。

因此，尽管许多深受计算机技术影响的职业群体没有遭受到技术性失业，但要么岗位被替换到了新的职业中，要么在这些群体中发展起了新技术。如果这种分析是正确的，那么我们应该看到这些群体对熟练工人的需求增加了。

事实上，相对工资的数据表明这些职业对熟练工人的需求的确有增加。熟练工人的薪资普遍比低技能工人的高，他们在培训上的投资获得

了回报。我们可以用工资溢价来衡量其中的差异，所谓工资溢价，即支付给熟练工人和支付给低技能工人工资间的差价。在其他条件不变的情况下，熟练工人数若持续小于需求，会提高工资溢价。如果与专业计算机应用相关的技能变得更有价值，那么我们会看到使用计算机更多的职业，工资溢价会上升得更快。

表7.3中的数据表明，这些职业群体中，受计算机影响最深的（前三行）付给受过教育和有经验的工人的相对工资增长最多。前两列显示了与只有高中学历的工人相比，受过教育的工人工资溢价的变化。第三列显示了与工作时间不到5年的工人相比，有15年经验的工人所收获的工资溢价的变化。

表**7.3**　各行业小时工资和工资溢价的变化

工资溢价的变化，1982—2012 年

	受过某种类型的高等教育	大学或更高	经验	90/50 差额	薪资中值的年增长率，1982—2012 年	在校时间中值，2012 年	工作时间中值，2012 年
科学、工程和计算机行业	15%	18%	10%	13%	0.4%	16	20
受办公室计算机技术和互联网影响的行业	10%	18%	4%	27%	0.5%	13	21
医疗卫生行业	12%	33%	27%	49%	0.9%	14	20
受技术直接影响较小的行业	4%	11%	− 8%	15%	0.0%	12	19
受制造自动化和境外生产影响的行业	− 1%	7%	− 11%	2%	− 0.2%	12	24
所有行业	6%	18%	1%		0.3%	13	20

注：报告显示，受过一些高等教育的工人，其教育年限在12 年至16 年之间；拥有大学或以上文凭的工人，受过16 年或更长时间的正规教育；熟练的工人有15 年的潜在工作经验（年龄减去教育年限再减去7）。前四列反映的是从1982 年到2012年改变的几何平均数。前两列的工资溢价

是相对有12 年教育背景的工人工资计算得到，第三列则是相对于少于5 年潜在工作时间的工人而得。第四列显示了位于第90 个百分点上的工人的工资与薪资中值之间差距的进一步扩大。若要考虑进消费者价格指数，时薪会更低。
资料来源：美国劳工部劳工统计局，三月当期人口调查，http://www.bls.gov/cps/

支付给受过教育的工人的工资溢价总体上升，表明与普通工人相比，对这些工人的需求总体增加。但工资溢价的增长在那些使用计算机更多的职业中表现得更强劲。不管是有着大学四年教育背景的工人，还是高中毕业后有不到四年学校教育背景的工人，其需求增长都很猛烈。

这些不同职业间的差异表明，在那些频繁使用计算机的工作中，工人们获得了与其使用的技术相关的特殊技能。这些工人中许多都参与了专业技术培训，包括上社区大学，取得护理等专业的四年制学位。许多专业技能可以在工作中获得。事实上，第八章我们会讨论教育和在工作中学习之间有着重要联系；教育和经验相结合才是最重要的。

表格还显示出了对有经验工人需求的增多。在频繁使用计算机的职业中，付给有经验工人的工资溢价的增长速度，比没那么频繁使用的职业更快。医疗卫生领域的增长尤为迅猛。相比之下，与生产相关的职业的经验收益则大幅下降，这表明许多通过经验习得的制造技能已经过时了。

最后，表7.3还显示，在医疗卫生和受办公室计算机系统影响的职业中，位于第90个百分点上的工人的工资与薪资中值之间的差距（即90/50差额）进一步扩大。这一证据验证了一个观点，即一些工人能够在这些技术领域自学到有价值的新技能，建立起自己的名声，获得高薪。相比之下，在没有完善的培训机构、标准和强劲的劳动力市场的情况下，中间段的工人未能受益。这些技术领域最高薪和薪资中值之间日益扩大的差距，反映了专业技术技能价值的增加。这意味着，随着机构、标准以及市场的出现，中间段的工人也能获得更好的发展。

人才短缺

工人的工资数据支持了这样一个观点，即那些职位受计算机影响的工人已经被转移到了新岗位，并且需要学习新的技能和技术知识。对有新专业技能工人需求的增加使得工资溢价增加，尤其是在这些工人供不应求的情况下。然而，假如仍像过去一样，培训机构和劳动力市场滞后的话，聘用这些工人依然会受到限制。

本章开头提到的供应链工人的情况就是这样。在许多其他领域也是这样。人力资源咨询公司万宝盛华集团，每年都会调查38000名雇主人才短缺的情况。[注]2013年，全世界35%的雇主都因找不到合适的人才而面临职位空缺的困扰；在美国，39%的雇主难以招聘到合适的员工。其中，最大的问题是缺乏特定职位所需要的技术能力（或硬技能）。调查发现，雇主最难找到五种员工：熟练的行业工人，工程师，销售代表，技师，会计和财务人员。其中有几种职业都受信息技术的影响。比如，会计软件虽未整体消除会计人员，但它对新的特定的技能提出了要求，而当前掌握这些技能的人很稀缺。

根据万宝盛华的调查显示，1/4的雇主称经验缺乏是他们面临的人才短缺问题的根源。管理学教授皮特·卡普里引用了调查结果，来强调雇主和准雇员所遇到的共同困难。[注]雇主只会提供很少的培训——在一项调查中，每年每位员工只有11小时。他们不提供培训的主要原因（除了成本），是他们不想在也许不久之后就会离开公司的员工身上投资。另一方面，据一项调查显示，81%的员工愿意在工作场所之外，利用自己的时间参加培训。然而，和雇主一样，他们中41%称对于回报并不确定。为什么？因为他们不知道自己未来会用到什么技能。卡普里强调了这一问题矛盾的本质:

> 如果工作经验是空缺职位的重要要求，那么雇主肯定不希望招聘一些刚从学校出来的新手。雇主希望新员工无须进一步的培训，就能够马上开始履行职责。这当然可以理解，但唯一能做到这些的，是之前做过同样工作的员工，而其中所要求的技能，在这样一个迅速变化的世界中，即使趋于完美，也可能已经过时了。[注]

这种现象是为新技能准备的培训机构和劳动力市场还不发达的症状。因为员工离开，雇主限制了自己在培训上所做的投资；因为没有标准化的技术，员工限制了自己在培训中的投资，他们看不到一条明朗的职业道路，能为他们的投资提供有保障的回报。而能够训练和证明这些新技能的机构的缺失，使得这些投资的成本更高。

这种“人才短缺”不是失业的根源。一些评论家试图将持续失业归咎于“技能差距”。[注]这一观点基于一种特别的不匹配的概念，即认为工人拥有雇主想要的技能，但没放对位置（比如，得克萨斯州的焊工技术

熟练，但需要他们的工作在加州）。这里的职业数据分析强调的情况是不同的：很少有员工一开始就有所需的技能，而最严重的供求之间的不匹配发生在那些一直在成长，而不是饱受人员短缺困扰的职业之中。

事实上，那些似乎陷入人才短缺困境的职业，其薪资中值比平均值增长得更多，如表7.3所示。薪资中值的增长，很大程度可归因于受过教育和有经验的工人的工资溢价日益增高。在那些受办公室计算机系统及医疗卫生技术影响的职业中，中等水平的员工受过教育培训，还有超过15年的工作经验；而工程和计算机行业中，中等水平的员工有大学学位，以及超过15年的经验。工资溢价的增加很大程度上影响了过去三十年这些职业薪资中值的增长。当然，技能收益的增加并不是推动工资的唯一因素。旧技能已过时，它们压低了工资，就如同糟糕的宏观经济表现；对于一些职业，全球竞争也削减了工资。然而，在频繁使用计算机的工作中，不断上涨的工资溢价仍是薪资中值上涨的重要驱动力。

只有医疗卫生行业一直处于上升趋势。使用新技术职业的人才短缺可能会限制工资上涨的工人数。如果劳动力市场可以解决这些职业中的人才短缺问题，那么更多的工人会习得新的有价值的技能，而市场也会对他们的技能做出更多补偿，在这些大的职业群体中，薪资中值将增长得更迅速。然而，正如我们将要看到的那样，当前的政策并未朝这些发展方向倾斜。

通用技术

然而，这里还有一个重要的问题是：为什么如今技术对工资的影响似乎与20世纪不太一样？那时伴随着新技术而来的是工资均值的增长。现在，我们可以看到大范围的同步的技术改进。一大群互相关联的技术，包括半导体、计算机和软件，同时改变了大多数行业。1997年，50%的工人使用电脑工作，而1984年时只有25%。超过80%的美国家庭现在拥有电脑，而1984年时这一数字只有8%。而数字技术并不仅仅包括电脑。数字电子技术现在被用来生产各种物品，从汽车到手机到医疗成像仪和助听器。信息技术开始在基因分析中发挥关键作用。这些大范围快速变化的结果是，很多行业在同一时期经历转型。这从表7.2中可以看出。也许有人会对我的分类吹毛求疵，但超过一半的工作，直接受到了信息技术的影响。

过去的技术会在某一段时间影响一小部分劳动力。例如，元素周期表的发明，让有机化学得到了发展，这极大地影响了化学工业和其他几个行业，但在大多数其他行业里，人们并不需要学习大量的新知识和技能，他们会在不同的时间做出自己的改变。不同期的改变意味着当一些行业正处于工资微增的过渡期时，其他行业的技术和劳动力市场已经成熟。总体数据的融合表现为薪资中值的上升。

信息技术被称为“通用技术”，意味着它是一种可被广泛应用的基础材料。因为通用技术广泛的应用，它们在许多行业同时创建起了对新知识的需求。其他通用技术包括电气化，在20世纪的头几十年，几乎影响了整体制造业和所有家庭。机械化则在19世纪极大地影响了制造业和农业。机械化使得许多工作能由机器来完成，这些机器由非生物动力驱动，最初是水力和蒸汽。电气化取代了水和蒸汽动力，让电动机在办公室和家里有了大量的新用途。

当这些技术第一次被引进时，机械化和电气化造成了制造业的工资几十年的停滞状态。我们已经注意到，在南北战争爆发前的几十年，织工的工资涨幅很小。在英国工业革命期间，工资也经历了几十年的停滞。同样的情况发生在20世纪早期的制造业，那时工厂已经实现了电气化。1899年，电力为制造业提供了5%的动力，到1919年，这一数字已上升到53%。在同一时期，排除物价上涨因素，制造业的平均周薪下降了6%。然后，到20世纪20年代，工资快速增长。该模式表明，技术和组织，包括生产线的改变，都需要新的技能和知识，而在劳动力市场，要能补偿工人的这些技能和知识，还需要一段时间。

在这种观点中，工资停滞不前，是因为培训机构拖了技术的后腿。虽然新技能有需求市场，但技术发展的速度远比培训工人的机构或为他们习得新技能提供激励的劳动力市场的发展速度快。新机构和劳动力市场的发展需要被广泛采用的标准，因此从过时的技术知识到新知识的过渡滞后了。许多因素会推迟主要标准的出现，包括技术不确定性以及不同标准之间的竞争。

如今知识落后于技术的原因不同于过去。例如，在19世纪，为成熟纺织工准备的劳动力市场，直到有了稳定的城市劳动力才出现。这在今天看来，根本就不是个问题。然而，桌面出版的例子表明，今天的新技术涉及组织变更、标准竞争和高水平的生产。细节各有不同，但根本问

题——发展知识和技能来推行新技术的难度是相同的。

这次会不同吗？

证据表明，在过去的三十年里，总的说来，技术主要是将工人转移到了需要新技能的岗位上，而不是将他们淘汰出工作岗位。信息技术尤其如此，但也许现在情况正在发生改变。可能在不久的将来，技术真的将取代工人。

技术变革的步伐可能加快，因此这一切都变得有可能。埃里克·布林约尔松和安德鲁·迈克菲提出了非常有说服力的论证，指出我们将看到一场颠覆性的信息技术浪潮。注人工智能中重要的进步，挑战着我们对电脑能做什么和不能做什么的常规假设。不久前，专家还认为，人工智能驾驶汽车、理解或翻译语言要在遥远的未来才能实现。但是现在，谷歌和其他公司都已经开发出了无人驾驶汽车。手机能够初步理解对话（Siri）和翻译语言（谷歌翻译）。

但更快的变化速度是否意味着技术将开始永久代替工人呢？如果大规模的机器替代工人的情形已迫在眉睫，那么政策应该关注这个问题，即使真的在替代，也不能解释过去三十年的工资停滞。也许我们正处于历史的转折点。

预测的危害

然而预测历史的转折点是一件危险的事。过去的预测都不准确。虽然很难知道未来是什么样的，但我们至少应该明白为什么过去的预测不准确，并确保如今的条件已然不同，我们不要再重复这些错误。

的确，关于机器会造成大规模失业的预言由来已久。在杰里米·里夫金1995年出版的著作《工作的终结》中，他注意到了全球高水平的失业率，并警告说："现在，有史以来第一次，人类劳动力正有组织地被生产流程所淘汰……智能机器代替人类完成了无数工作，迫使数以百万计的蓝领和白领工人失业，或者更糟，要靠救济生活。"注

1962年，当技术自动化被视为一个主要威胁时，肯尼迪总统宣布"60年代美国的主要挑战"是"在自动化取代工人的过程中，保证充分

就业”。[注]在此之前，1930年，约翰·梅纳德·凯恩斯宣称，世界正在遭受“技术性失业”，即“造成失业的原因是，我们发现节约使用劳动力方法的速度，超过了为这些劳动力找到新去处的速度”。[注]最早预言这些灾难的当然是卡尔·马克思，他声称工业革命中因技术而消失的劳动力将加剧工人阶级的痛苦。他预测，纺纱线的一种新机器——走锭精纺机，会让工厂用儿童和青少年来取代成年工人。[注]

这些预测没有一个是准确的。20世纪60年代和90年代都是就业增长强劲的十年。在1936年出版的《就业、利息和货币通论》中，凯恩斯抛弃了将失业主要归咎于技术这一观点。1883年马克思逝世的时候，英国从事纺纱业的成年人，比走锭精纺机发明前更多。

这些预测忽视了什么？那就是技术变化的动态特性。纺织技术、自动柜员机，以及其他许多例子表明，尽管技术从人类手中抢走了部分工作，但这使得余下的工作变得更有价值。动力织布机并没有自动化所有织工的工作，而产品价格的下降使得需求增加。结果就是，纺织业的岗位数量增长了至少一个世纪。自动柜员机也没有代替银行出纳员的所有工作，特别是那些涉及人际交流的；开设银行分行的成本降低，使得分行的数量增加，抵消了出纳工作数量的减少。尽管技术可能最终会淘汰银行出纳员——正如纺织技术现在正导致织造工作减少——经济活力将最终替换推迟到了很远的将来。

要保证自动化不会导致立即失业，需要两个因素发挥作用：（1）技术变革有足够价值，能增加对产品或服务的需求，以抵消潜在的失业数；（2）重要的工作仍然由人力来完成。过去的未来主义者低估了新技术的经济活力，高估了机器所能执行的工作范围。

如今这些因素依然适用于重要创新吗？尽管一些经济学家，如罗伯特·戈登认为，今天的技术只能产生很少的新价值，他们也认为机器不会大规模取代人类。那些认为技术将导致大规模失业的观点，似乎假设了技术接管的工作是真正有价值的。

另一方面，新的智能机器正从一个全新的范围接管人类的工作，也许只为人类留下了极少的重要工作去做。那些由白领完成的日常工作已经自动化了。如果人工智能技术能诊断疾病、开车、当翻译，也许很快就没有什么事需要人类做了。事实上，一些人，比如科幻作家弗诺·文奇认为，我们正在接近一个“技术奇点”，那时机器会变得比人类更聪明。

文奇预计这种情况会在未来15年内发生。注 如果他是正确的，大量的失业可能即将来临。

“科幻小说即将成为现实”的观点当然具有一定吸引力。也许过去的未来主义者也受到了类似的诱惑。但智能机器不是万能的。如果输入所有症状，电脑可能比普通医生诊断得更精准，但护士和医生可以通过身体语言和非语言的暗示来判断可能并不明确的症状，他们也会让病人更安心。电脑可以选择金融投资组合，并给出投资建议，但可能不会在市场下降30%时，面对恐慌的投资者提供有保障的指导。计算机可以比较产品价格和规格，但销售人员能帮助消费者搞清楚哪些产品特性才是自己想要的，并且他们让消费者相信，在遇到不可预见的突发事件时，供应商能做出恰当反应。

正如科技记者蒂莫西·李所写：“这不是因为电脑‘不够智能’，而是因为纯粹的智能并不是这些工作唯一的要求。人类是社会动物。我们关心与他人互动的方式，永远不会关心我们和机器之间的互动，不管它们有多么聪明。而劳动力中很大一部分，从事的都是有社会成分的工作。注

今天人类操作的重要工作，不会被机器接管，即使是人工智能。没有证据表明机器近期可能在这些领域很快取代人类。基于以上种种原因，对这场迫在眉睫的灾难的预测，似乎值得怀疑。

当下的挑战

然而，当下工作发生的变化与过去相比有重要的区别。看起来，信息技术影响的职业范围，比过去的通用技术更广。同时，正如布林约尔松和迈克菲所说的那样，如今变化的速度也更快。更快的变化并不一定意味着机器更有可能取代人类；它可能仅仅意味着转移发生得更快，也许会造成更大的压力。在桌面出版和供应链系统中，一波又一波颠覆性技术袭来，淘汰了一些工作，改变了所需技能的性质。

因为这些在范围和速度上的差异，如今的过渡可能比过去类似的过渡更困难。这让我们更有理由坚持为什么现在需要好的政策。即使有最好的政策，工资的停滞不前和日益严重的经济上的不平等也可能会持续一段时间。如今，在许多行业里，技术都在改变着人们的工作方式。电子和信息技术的广泛发展正在影响工作、技能，以及大量工人的工资水

平。大多数工人看起来似乎并没有受益。

总的来说，问题不在于技术淘汰了工作。真正的问题是，与新技术相关的技能很难获得，而大部分工人还不能从自己习得的新技能中获益。能够培训工人，并为他们学习新技能提供激励的机构、组织和劳动力市场才刚兴起。有些技术仍然变化得过快，另外一些缺乏必要的组织或被广泛接受的标准。然而，许多重要的职位已显示出，工资的增长和习得与新技术相关的技能很有关联。有段时间，这种增长对受过大学教育的工人影响最大；而如今，这种增长也出现在一些工人受教育程度没那么高的职业中，比如一些医疗卫生行业。

好的政策可以加速这一过程。它们可以改善过去三十年已经影响了许多工人的裁员问题。但对所谓技术必然导致工作减少的关注，最好只是个误区。并没有强有力的证据表明，工作的本质将在未来几年大幅改变，现在没有必要避开可能会改善很多人生活的政策。然而，正如我们看到的，在过去三十年，许多关键政策已经向着更糟的方向在发展了。

---

1. Original broadcast title “March of the Machines,” which aired on January 13, 2013, and was rebroadcast on September 8, 2013.Steve Kroft, correspondent; Harry Radliffe and Maria Gavrilovic, producers, http://www.cbsnews.com/news/are-robots-hurting-job-growth-08-09-2013/.

2. Deloitte Consulting, “2014 MHI Annual Industry Report.”

3. Gue et al., “U.S.Roadmap.”

4. Gue et al., “U.S.Roadmap,” p..54.

5. Brynjolfsson and McAfee, Second Machine Age, p..10.

6. Occupational data can be tricky to compare over time because occupational classification schemes change.The table presents well-defined detailed occupations from an establishment (workplace) survey over an interval when the categories did not change.Unfortunately, the occupational data do not permit clear counts on warehouse occupations.While word processing, accounting software, etc., might have had a different effect prior to 1999, the claim is that these technologies are eliminating jobs now.

7. Gup, The Future of Banking.

8. Gup, The Future of Banking, p..53.

9. The ATM data come from various publications of the Bank for International Settlements, Committee on Payment and Settlement Systems: “Payment System in Eleven Developed Countries,” for 1980, 1985, and 1989; “Statistics on Payment System in Eleven Developed Countries,” for 1990, 1991, and 1992; “Statistics on Payment System in the Group of Ten Countries,” for 1993–1999; “Statistics on Payment and Settlement Systems in Selected Countries,” for 2001–2008; and

"Statistics on Payment and Settlement Systems in the CPMI Countries," for 2009.Using estimates from the Occupational Employment Survey from the Bureau of Labor Statistics, an establishment survey, the employment of tellers increased from 504,000.in 1984 to 576,580.in 2009.Using the household survey of the March Current Population Survey, tellers increased from 363,000.in 1976 to 469,000.in 2009, an increase of 29 percent.At the same time, the percentage of part-time tellers increased from 24 percent in 1976 to 29 percent in 2009.This makes the increase in "full-time equivalent" teller jobs 26 percent.

10. Hannan and Hanweck, "Recent Trends." The number of savings associations did not increase as rapidly, but the number of employees per branch at savings associations fell only slightly, from thirteen to twelve.The cost of operations was not the only factor influencing the increase in bank branches.Other factors included population growth and deregulation.However, Hannan and Hanweck find that the number of bank branches increased more in areas with greater decreases in employees per branch.

11. See, for example, De Paula, "Rising Teller Turnover"; Nalbantian and Szostak, "How Fleet Bank Fought Employee Flight"; and Frei, "Breaking the Trade-O.."

12. Ann Carrns, "An ATM, With a Real Teller on the Screen," New York Times, April 4, 2013.

13. Frey and Osborne, "Future of Employment."

14. In 1976, the median hourly wage for full-time typesetters and compositors was 15 percent above the median wage for all full-time workers.

15. William Glaberson, "Seeds of a Newspaper Struggle," New York Times, December 8, 1992.In England, the comparable dispute was much more bitter, leading to a yearlong battle during the 1980s between Rupert Murdoch of News International and the unions.

16. I use 1979 and.2007 as comparison years here and in the following discussion, because these years were at roughly comparable points in the business cycle.Comparing the number of designers over time is a bit di.cult because the occupational categories were changing and because different surveys categorized designers differently.The March Current Population Survey (CPS), a monthly survey of households, reported 194,471 "designers" in 1979 and 897,728 in 2007.It is possible that this difference is exaggerated because the occupational categories used in this survey changed over time.The Occupational Employment Survey covers workplace establishments, and thus misses freelance designers, but it reports different types of designers and it uses more consistent occupational categories.In 2010, it reported 212,300 "graphic designers" and "desktop publishers." I estimate (from CPS data) that about 26 percent of graphic designers today are freelancers, implying a total workforce of about 287,000 graphic designers.

17. These estimates come from the Current Population Survey, which does not directly measure work experience.In this chapter, I use an approximation of experience commonly used by labor economists: max(min(age-years-of-schooling-7, age-17),0).Roughly, this measures the number of years that the person has been out of school, assuming he/she began school at age 7 and including some checks for bad data.

18. For all types of designers, the hourly pay of the 90th percentile has increased 14 percent relative to the median hourly pay from 1979 to 2007.Generally, designers' pay has become more unequal with greater variation from designer to designer.These trends, of course, are not unique to designers, but are seen in a wide range of occupations.

19. Using the March Current Population Survey sample comparing 1976–1980 to 2005–2009.

20. American Nurses Association, "American Nurses Association's First Position."

21. The ANA, of course, had some self-interest in doing so, since stricter requirements would help raise wages for its members.See Chapter 9.

22. Christensen, Grossman, and Hwang, Innovator's Prescription.

23. Autor, Dorn, and Hanson, "China Syndrome."

24. Acemoglu et al., "Return of the Solow Paradox?"

25. Autor, Levy, and Murnane, "Skill Content."

26. This assumes that computer skills are occupation specific, otherwise wages for workers with computer skills would be equalized across occupations.This assumption makes sense if the associated skills are for application-specific computer systems, not merely for computer use generally.

27. The measure of experience here is potential experience calculated as the age of the worker minus the years of schooling minus 7.The table is based on differences in the means of log hourly wages.A multiple regression analysis using a Mincer-type equation with dummy variables for different levels of schooling and experience, plus controls for gender and race, shows very similar estimates based on differences in regression coefficients.

28. Manpower Group, "Talent Shortage Survey."

29. Cappelli, Why Good People Can't Get Jobs.

30. Cappelli, Why Good People Can't Get Jobs, ebook location 313.

31. Kocherlakota, "Inside the FOMC."

32. For a more thorough discussion of the "skills gap" see Rothstein, "Labor Market."

33. Various statistics on computer and Internet use are available at http://www.census.gov/hhes/computer/publications/.

34. Bresnahan and Trajtenberg, "General Purpose Technologies 'Engines of Growth'?" For an overview, see Jovanovic and Rousseau, "General Purpose Technologies."

35. Bureau of the Census, Historical Statistics of the United States, table D765.Wages are deflated using the GDP deflator.Hours per week also fell.The real hourly wage grew 4 percent over this twenty year interval.

36. Brynjolfsson and McAfee, Second Machine Age.

37. Rifkin, End of Work, p.3.

38. Press conference, February 15, 1962, reported in Dunlop, Automation and Technological Change.

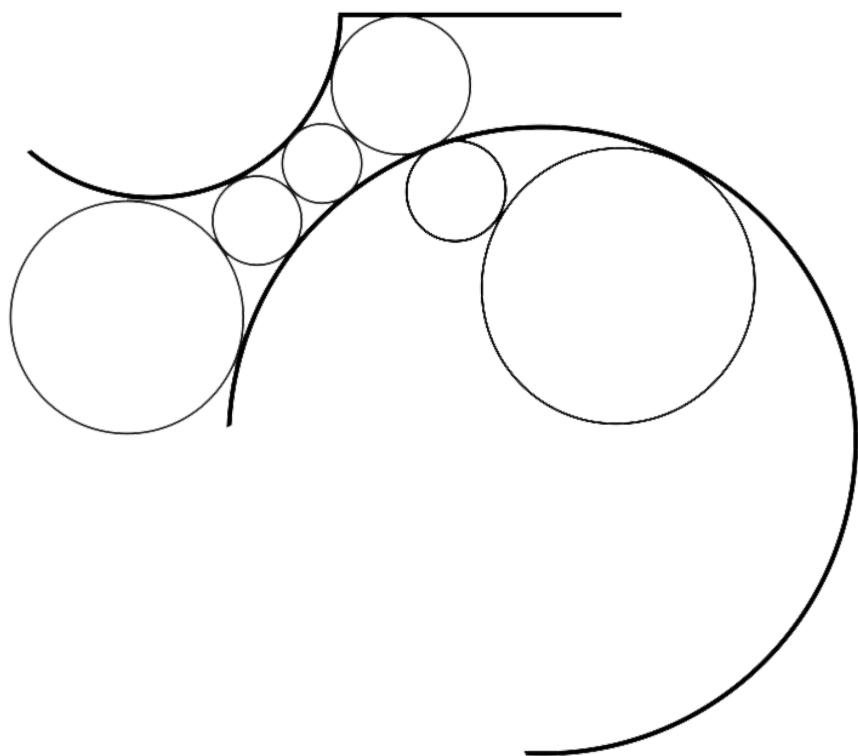
39. Keynes, “Economic Possibilities.”

40. Marx, Capital, vol.1, ch.15, quoting Andrew Ure in The Philosophy of Manufactures (London: Charles Knight, 1835, p.23).

41. Vinge, “Coming Technological Singularity.”

42. Timothy B.Lee, “No, Artificial Intelligence Isn’t Going to Take All of Our Jobs,” The Switch (blog), Washington Post, October 23, 2013, http://www.washingtonpost.com/blogs/the-switch/wp/2013/10/23/no-artificial-intelligence-isnt-going-to-take-all-of-our-jobs/.

第三部分
技术政策



在技术如何影响社会，特别是当前困境——工资停滞不前这一问题上，本书的前两个部分表明了一种特别的观点。在这一部分，我们将看看这一观点有何启示。我建议，推出可以促进机构和劳动力市场发展的政策，这些机构和劳动力市场，能帮助大量普通工人获得新技术所需技能。当然，目前已有许多为开发新技能和知识所推出的政策，例如资助高等教育。然而传统的分析常常没有考虑到技术知识，尤其是早期技术的特殊性质。第八章到十二章将讨论让大众习得新技术知识所面临的特殊挑战，以及它们对政策有何影响。

不幸的是，以上所有领域，最近几十年的趋势都不明朗。政策方向的改变，使得新技术知识被大范围习得的过程更加缓慢，更加困难。

第八章
技术会要求更多的大学文凭吗？

奥巴马总统在2009年第一份国情咨文中，宣布了一个新的目标：“到2020年，美国将再次成为世界上大学毕业生占比最高的国家。”他在2011年的国情咨文中进一步拓展了这一主题：

> 我们将赢得未来，但为了实现这一点，我们不能原地踏步。正如罗伯特·肯尼迪所说的那样：“未来不是一个礼物，它是一个成就。”维持美国梦从来不是墨守成规。它需要每一代人做出牺牲、斗争，满足新时代的要求。
>
> 现在轮到我们这一代人了。我们知道在我们的时代工作和行业竞争需要什么。我们需要在创新、教育和建设方面超越其他国家。
>
> ……
>
> 这是我们那一代人的“伴侣号”。
>
> ……
>
> 思考一下吧，在未来十年，近半数新就业岗位需要高中以上文凭。然而，美国有近1/4的学生未完成高中教育。我们教育和科学的质量落后于许多国家。美国年轻人拥有大学学位比例的排行已降至世界第九位。所以问题是，我们所有的人，作为公民，作为父母，是否愿意做那些必要的事情，以便让每个孩子都有成功的机会？

提高大学毕业率一直是教育机构组织，如大学委员会最关注的话题——它被拔到了这样一种高度：著名教育史学家戴安·拉维奇认为大学对每个人来说都是一种“政治正确性”的表现。[注]部分原因在于国际竞争所引发的担忧。美国接受高等教育的年轻人比例的国际排名略有下降，现在已落后于韩国、加拿大和俄罗斯。[注]虽然美国接受高等教育的年轻人的比例一直在上升，但其他国家上升得更快。一些国家，如俄罗斯，受过高等教育的国民占比一直很高。要实现奥巴马的目标，到2020年，美国拥有高等教育文凭的年轻人比例必须要上升50%，这还得在韩国等其他国家没有进一步上升的情况下才能实现。目前韩国25岁到34岁之间的国民，64%的人至少有一个大专文凭，而在美国，只有43%。

然而，实现这一目标能给美国带来哪些好处，却并不明显。其他国家大学毕业生人数增加后，有时会遭遇“人才外流”——有些毕业生不得不移居他国去应用自己的技能。正如管理学教授彼得·卡普里指出的那样，接受高等教育有益于个体，然而这并不意味着让更多的人拥有大学学历必然有利于社会整体。提高大学毕业率并不一定能改善经济。20世纪70年代初，社会为大学毕业生的洪流所冲击，接下来是十年经济低迷，以及大量“学历过剩的美国人”。中国大学入学率从1998年到2008年增加了5倍，但今天中国的大学毕业生很难找到合适的工作。平均而言，大学毕业生不比农民工多挣多少，且失业率比教育程度较低的工人更高。

奥巴马总统关于技术的观点似乎是：新技术需要新的知识和技能。因此，许多新的就业机会在未来十年需要更高的教育程度。构建起有这些技能的大型劳动力群体，使企业可以推行新技术，不管在绝对意义上还是和其他国家相比，经济都能得到促进，因此能提高“国际竞争力”。

这种分析正好符合大众对技术是如何影响工人的观点。许多政策制定者和经济学家认为，今天的技术需要接受过大学教育的员工。大学毕业生更可能找到使用计算机的工作，而这些工作能支付更高的工资。因为计算机工作“需要”大学文凭，许多经济学家认为，工作中计算机的迅速发展，导致了大学毕业生和受教育程度较低的工人之间的薪酬差距不断扩大。根据这种观点，大学毕业生的供给速度跟不上新技术对技能需求的增加速度，解决方案便是将更多投资用在大学教育奖学金、贷款和补贴上。经济学家克劳迪娅·戈尔丁和劳伦斯·卡茨称之为“教育和技术的竞赛”。

然而这种逻辑是基于一种假设，即技术“需要”高学历的工人。历史上，大部分工人推行新技术所需的知识和技能，是在工作中学习到的，虽然学校教育同样非常重要，尤其是在技术知识实现一定程度的标准化后。技术、教育和技能之间的关系，比技术“需要”一定的教育程度这一单一说法更为复杂。看看这种关系在过去是如何作用的，将大有裨益。

技术需要什么样的教育？

当露西·拉科姆受雇于洛厄尔的纺织厂时，纺织厂主将读写能力列为

明确的应聘要求。让我们看看其中一家纺织厂的工资簿，它证实了这些厂主的确有这一要求：20世纪30年代，97%的织工会在工资簿上签上他们的名字，以确认收到月薪。

现在看起来，这可能很奇怪，因为读写能力不是操作织机所必需的技能。当时英国的纺织工人识字水平要低得多。美国纺织厂主认为他们的员工比英国的优秀，就是因为其教育程度。一项对这些工厂工资记录的调查表明，不识字的织工确实效率更低。有文化的新员工能更快、更好地习得所需技能。总的来说，在其他条件完全一样的情况下，识字的织工每小时的产量比不识字的织工高12%～18%。[注]虽然这种差异并不大，但足以决定商业上的成功或失败。

看来一定程度的小学教育是有收益的，即使读写能力并不是技术所需的技能。识字的织工显然是在教室里“学会如何学习”的，在学校获得的技能和训练能帮助他们在一个新的环境中学习。其他的证据表明，学校教育，即使只有小学水平，也能提高工人从经验中学习的能力。例如，马克·罗森茨维格通过研究绿色革命时期的印度农民发现，小学教育加快了农民从新的种子品种中获益的速度。[注]

所以，出于合理的经济原因，工厂所有者将识字列为就业的条件。但并非一直都是这样。从19世纪40年代末起，他们便开始雇用大量不识字的织工，到1855年，一半的新员工不会写自己的名字。从那以后，识字能力不再是一名织工的上岗要求。两件事改变了这一经济现象。第一，虽然识字的织工学得更快，但他们待在工厂的时间没有不识字的工人长，因为他们有更多机会，例如去学校教书。随着纺织厂在工人身上人力资本投入的增大，更频繁的人员流动使工厂更难收回投资。识字的织工变得“学历过剩”。而随着当地熟练织工劳动力市场的发展，许多织工自己会投资，以获得这些新技能。他们待在工厂的时间更长，形成了一个当地的熟练工人群体，能够被重复聘用。他们由当地人口中越来越多的移民和文盲组成。随着专业技术技能经济价值的增加，当地劳动力的稳定性变得比工人获得新技能的速度更加重要。

第二，从教育程度更高的工人到教育程度较低工人的转移，还因为技能的标准化。早期，技能的性质不确定，寻找和招聘熟练工人的机构还未出现，受过教育的工人在获得技术技能时有优势。一旦这些机构出现，劳动力市场开始补偿工人在工作中为学习所做的投资时，正规教育

就变得并不那么重要了。

这种从受教育程度更高到受教育程度较低工人的转变不是19世纪纺织业的独有现象。兰德公司一项研究表明：早期的计算机程序员队伍中，数学博士所占比例很高；今天，高中毕业生也能当程序员。在晶体管发展的早期阶段，需要化学工程师随时观察容器中晶体的生成。随着流程不断完善，教育程度较低的工人取代了他们。注

同样，受过高等教育的平面设计师今天有学习网站和移动应用最新技术的优势。他们中大多数并没在学校学习过这些技术技能，然而教育给了他们自学新技能的能力，通常这一过程发生在工作中。经济学家发现，在一系列行业中，涉及新技术时，对受过更高水平教育的工人的需求更大，但随着技术成熟，公司会雇用更多教育程度相对较低的工人。注

技能和教育程度之间之所以有这种差异，是因为并非所有的正规教育都是职业化的。某些形式的教育，比如学徒制、职业培训或护理和工程方面达到大学水平的培训，都能教授专业技术技能。其他培训，比如标准的四年制大学通识教育，主要为学生提供一般技能和知识。通识教育可能仅仅能帮助员工在工作中获得技能，就如早期织工接受的小学教育一样。新技术会增加对受过教育工人的需求，特别是在专业技术技能还没标准化到可以在学校传授以前。

但对于哪一种技术“需要”一定程度的教育，却有两种非常不同的理解：其中一种认为真正的技术要求学生学习与技术直接相关的特定的职业技能；另一种要求学生获得学习能力，以帮助其在工作中获得新技能。后者或被称为一种筛选要求，因为它可以帮助雇主选择在工作中更好学习的员工。对于新的不确定的技术，关于它的知识标准化程度低，这时筛选要求就很重要；当技术知识足够标准化，能够在课堂上教授时，真正的技术要求是重要的。这种区别是影响哪种政策有效的关键。如果在许多新技术领域，职业培训变得可行，那么政策应该推动专业技术的训练。大力提高大学毕业生的数量可能收效甚微，甚至可能是不利的。

如今的技术和大学需求

如今的技术对受过大学教育的工人的要求到底是什么？这种要求是否能支持大幅提高大学毕业生数量的政策？奥巴马为了证明他目标的合理性，指出："在未来十年，近半数新岗位需要高中以上文凭。"这个数据来自美国劳工部劳工统计局，它预测了未来十年不同的职业的增长，并按进入这些职业所需的教育水平对其进行了分类。

但政府数据实际上并不支持奥巴马的政策。美国劳工部劳工统计局要求行业专家统计了几百种详细职业分类对教育水平的需求。表8.1显示了这一统计结果。第一列显示了2012年根据实际就业情况得出的教育需求，第二列显示了对2022年进入这些职业所需教育程度的预计。这些预计展示的，只是专家所认为的进入职业所需的教育水平。也许高等教育的价值远不止胜任工作，而这正是区分这两种需求的关键。注

有两点很突出。第一，工作对教育的绝对要求预计未来十年不会改变太多。这些预计可能无法判断新技术在多大程度上会改变每个职业的最低技术要求，不过它们不会导致大学毕业率的激增。第二，从毕业生的数量来看，学校已经培养了足够多的毕业生，来满足今天，甚至是2022年工作的绝对要求。表的右边一栏显示了当前劳动力的实际受教育情况以及占25~34岁人口的比例。从每种教育水平工人数量的绝对数字可以判断，很明显，相比进入职业所需的绝对要求，更多的工人都受过高等教育。超出最低水平要求的教育，通常是很有价值的。

表8.1 满足职业需要的教育水平

	技术所需教育水平		人口现状	
	2012	2022（预计）	劳动力	25~34 岁
高中或更低	66%	65%	35%	33%
某种类型高等教育	11%	12%	30%	29%
学士学位	18%	18%	23%	27%
硕士或更高	4%	5%	13%	11%

资料来源：美国劳工部劳工统计局经济和就业预测，2012——2022年，以及三月当期人口调查，http://www.bls.gov/cps/

此外，这些综合数据是基于学校教育的年限，而不是接受教育的职业或技术内容得出的。受过一年高等教育的职业护士，可能比接受过一年本科教育的人更有任职资格。高等教育的类型可能比纯粹的毕业数字

对政策的影响更大。

对于大学毕业率，大部分的关注点都放在科学与工程专业毕业生的数量上，特别是在其他国家，比如中国，工程师的数量迅速增加。科学、技术和工程专业毕业生的数量在美国也增长强劲，每年计算机科学专业的毕业生人数比1998年多约50%。劳动力短缺的迹象几乎没有。每年从大学毕业的科学家和工程师的数量，是实际招聘人数的两倍，许多毕业生称找不到信息技术领域的工作。此外，过去十年，计算机和信息技术行业的工资都没怎么变，这让人很难看出信息技术正在遭遇人才短缺。虽然有着专业技能的软件开发人员供不应求，但许多技能是在工作中习得的，高水平的平面设计师也是如此。

不是所有使用新技术的工作都特别要求有大学学历。汽车修理工会使用计算机诊断技术，但他们不一定要有计算机科学学位。甚至许多程序员都没有四年制本科学位。20世纪70年代，绝大多数的计算机程序员在大学里待的时间都不到4年（1979年这一比例为54%）；2007年，这一比例是34%。只有约1/3的信息技术行业从业者有相关大学学历。所以目前并不清楚，是否因为职业快速增长特别要求有大学学历，大学教育就一定要快速扩张。

然而，强有力的证据表明，在过去三十年，因为新技术的采用，对大学毕业生的需求增长强劲，这反映在受过大学教育的工人的相对工资上。1979年，一名受过大学教育的工人平均时薪比只有高中文凭的工人收入多34%；2009年，受过大学教育的工人多赚65%（见图8.1）。这一发现意味着，相对于受过高中教育的工人，受过大学教育的工人的需求量大幅增加。此外，这些工资增长与信息技术也有关系——使用电脑的职位工资收入更多，正如我们在第七章看到的那样。

一些经济学家，比如克劳迪娅·戈尔丁和劳伦斯·卡茨，认为这种需求的增加是新技术需要更多大学文凭的一种表现。在他们看来，新技术日渐需要更高水平的教育。当技术的需求超过劳动力的教育水平时，对受更高等教育工人的需求就会激增。政策对此的调控，应该是让更多的工人拥有大学文凭。

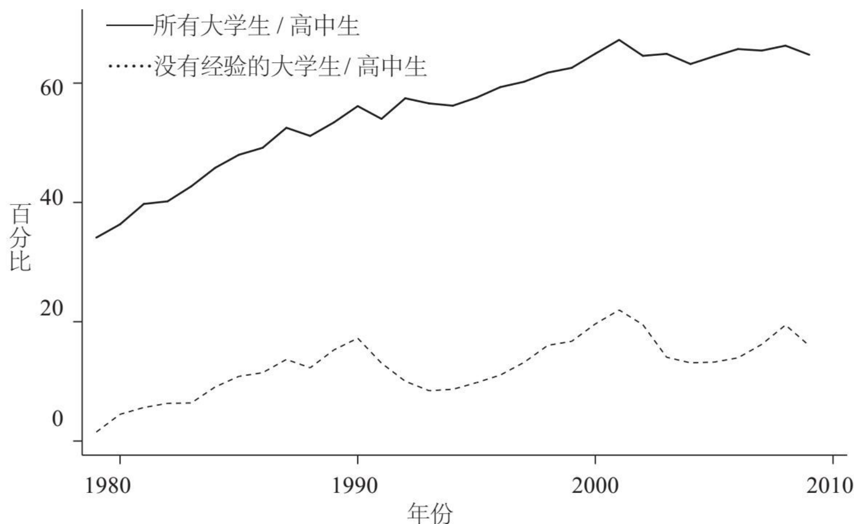


图8.1 直到最近，有经验的大学毕业生的相对工资都在上涨：拥有大学文凭的工人平均时薪与拥有高中文凭工人的薪酬差距
资料来源：当前人口调查，美国人口现状调查的年收入数据，http://www.bls.gov/cps/

然而如果仔细看看这些证据，你就会发现，雇主想从大学毕业生身上得到的，并不主要是专业技能。第一，在过去三十年里，工资的增长主要发生在受过大学教育又有经验的工人身上。刚参加工作的大学毕业生工资涨幅仅比有高中文凭的工人略高。注工作不到5年的大学毕业生的工资溢价如图8.1的虚线所示。工资溢价的增长主要发生在既有大学文凭，又有经验的工人身上。主要是那些可以在工作中学习到技能的职位，要求工人拥有大学文凭，而不是那些在学校所学的专业职业技能。

第二，十个大学毕业生中有四个所从事的工作并不需要大学文凭。注纽约联邦储备银行的一项研究发现，自2001年起，失业和学非所用的应届毕业生的人数就开始上升。注学非所用的大学毕业生最终只能从事低收入或兼职工作的现象变得普遍。这表明雇主将大学文凭作为衡量申请人是否可以在工作中有效学习的标准。但许多大学毕业生可能并不能很好地在工作中学习，所以他们只能从事不需要文凭的工作。注

因此，虽然相对而言，对大学毕业生的需求在增长，但这似乎主要是因为受过大学教育的工人更善于在工作中学习新的、标准化的技能，而不是因为他们的大学教育教给了他们专业技术技能。当前对大学毕业生的高需求，源于如今大量职业都受到了早期信息技术的影响。如果这是正确的，那么对受过大学教育工人的需求不会无限期持续下去。当这

些职业所学的技术知识变得越来越标准化，越来越多的工人就能够通过由雇主提供的正式培训或职业技术学校获得所需技能，而不一定要靠大学教育。他们仍将在工作中学习，但大学文凭将不再是一块敲门砖。如同织工和其他数以百计的职业一样，受过良好教育的工人将会逐渐被受教育程度更低的工人取代，但这些低文凭的工人必须参加专业技术培训。除非有另一波通用技术同时影响了大批职业，否则对大学文凭工人的相对需求将稳定下来，甚至下降。

有证据表明，这种情况已经发生。尽管新技术的使用持续增多，受过大学教育的工人的工资相对于高中毕业工人的工资却几乎已经停止增长。在过去的十年里，虽然对信息技术的投资一直没停，但工资溢价已经停止增长了。

在技术统一会增加对高学历工人的需求，减少对低学历工人需求这一点上，医疗卫生行业明显可以被看成反例。医疗卫生技术已日渐成熟并标准化，这由门诊手术中心的地位就可以看出。该行业经历了一次完全的重组，之前由内科医生和牙医等最高水平的劳动者负责的工作，已由中等水平的劳工和技术人员接管。每位牙医配备了更多的牙齿保健员，而每位医生则配备了更多的护士、护理师和助理。这一转变在过去20年里产生了大约200万个中等技能的高薪工作。[注]许多这些新工作要求至少有本科学历，但仍比不上医生等最高水平的劳动者所受的教育程度。很多新的就业机会，比如职业护士，不需要四年大学教育。正如我们在第七章看到的，医疗卫生行业在教育和经验上，收获了上涨的薪资中值、就业数，以及工资溢价。

针对当今知识缺口的教育

如果这一分析是正确的，那么在未来十年让有大学学历的人数上升50%真的是一个好主意吗？20世纪80年代，信息技术刚开始繁荣时，大学毕业率的提高可能是有益的。也许今天年轻人获得大学文凭比例的适度增加，会降低雇主在技术发展早期阶段雇人来处理这些技术的成本。但是大学毕业率的急剧增加，势必抢夺职业技术教育的资源。奥巴马政府2012年将职业和技术教育上的财政支出预算削减了21%，同时增加了11%的教育总支出。[注]这一步迈错了方向。

过去十年的政策趋势，让很多社区大学难以为继，而这只为养活四年制大学，尤其是那些私立研究型大学，排除物价上涨因素后，这些大学在每个学生身上的花费增加了14000美元；对社区大学的学生人均教育支出则保持不变。[注]此外，这一趋势发生在一个资源已经高度偏向大学的社会环境中。私立大学在每个学生身上花的时间是社区大学的三倍，而社区大学的学生无可争辩是最需要帮助的。这种不平等实质上是政策导致的。公立研究型大学每位学生获得的政府拨款是社区大学学生的两倍。私立大学还能从捐款和捐赠基金的税收补贴中获益。考虑到这些激励措施，经济学家理查德·韦德尔估计，普林斯顿每名学生所获得的来自州和联邦补贴的金额为54000美元，而附近的一所四年制公立机构新泽西学院，每名学生只能获得2000美元的州和联邦补贴。[注]

此外，社区大学学生是最需要帮助的。他们需要额外的资源来享受矫正教育，即便如此，他们的辍学率依然很高。一项研究中写道：“为这些最需要帮助的学生提供教育的是两年制大学，它们拿着最少的资金，忍受着越来越分离和不平等的制度。我们的高等教育系统，和社会一样，越来越不公平。”[注]

如果过去的就业模式正在被重复，那么现在是时候为那些没有大学文凭的工人扩大社区大学和职业技术教育了，尤其是在技术知识变得更加标准化的时候。对于职业护士、会计，以及急救医疗技术员的需求不再要靠四年制大学来满足了，社区大学和其他地方的技术教育就能满足。大规模地增加学士学位可能导致很多大学生毕业后，在不再需要那么多通识教育的职位上工作。

如今，在医疗卫生、建筑和零售贸易行业，低学历工人的工作机会越来越多。这些领域的许多新工作都需要新技能或专业培训。罗素·塞奇基金会发布的一份报告总结了正在出现的为低学历工人所准备的高薪工作：

> 在医疗卫生行业，这些工作要求有证书或学位的护士、技术人员，以及治疗师助理。在建筑业，这些工作被有熟练技能的工人承包，比如水管工、电工等。在制造业，剩下的工作往往需要复杂的数字和计算能力，或其他特定的技能。甚至在零售业，员工似乎也需要一系列的沟通和计算能力，才能获得一份高薪工作。[注]

这类型的技能可能受益于大学文凭之外的东西。在某种程度上，这些技能可以在课堂上学到，政策能够促进社区大学开办技术课堂，为下岗工人做上岗培训，并在他们接受上岗培训时提供资金支持。培训项目若能配合雇主，将目标放在有更进一步学习机会的行业，以及将工作学习结合起来，促进在工作中学习，将会更有效果。雇主可以得到税收优惠，以鼓励在职培训。同时，如果工人有较强的读写能力和计算基础，雇主会在培训上投资更多；提升后中小学教育可以促进年轻员工的在职培训。适当的政策可能包括对采用新技术或招聘新员工进行补贴。

不幸的是，似乎这种获利最多的培训计划缺乏资金支持，最近的政策方向又错了。这一趋势似乎减缓了从新技术获利的速度，特别是那些流向文化水平较低的工人的获利。

但这一政策方向依然激励着那些选择去读大学，为未来收益下了一个又大、风险又高的赌注的人。众所周知，读四年大学的成本激增，现在，学生贷款债务超过了汽车贷款或信用卡上的债务。不过不要担心，许多研究人员表示：虽然所需的投资增加了，但投资仍将获得高回报。但这些期待中的收益假设值得怀疑。一是大学毕业生的未来收益，和如今一样，将超过高中毕业生。但大学、高中学历工人工资的差距随着时间而变化，它既可增大也可缩小，事实上，在20世纪70年代是下降了。更重要的是，如果今天的技术和过去的技术一样逐渐成熟，那么宝贵的经验将不光由大学毕业生拥有，低学历的工人也会拥有。那时工资差距将会缩小，那么今天在大学所做的大投资就不会收获满意的回报。有高等教育经历的工人，与只有高中文凭的工人比起来可以挣更多的钱，而那些有着学士学位的工人，与今天相比，将赚取相对来说更少的钱。如果历史模式保持不变，那么对许多准学生来说，如今在四年制大学上投资，是很冒险的做法。

---

1. In Joe Klein, “Learning That Works,” Time, May 14, 2012.
2. OECD, Education at a Glance.
3. Cappelli, “Schools of Dreams.”
4. Freeman, Over educated American.
5. The average college graduate earns 1,500 yuan per month while the average migrant worker earns 1,200 yuan.In one case, a city advertised for college graduates to fill eight positions collecting “night soil” and 1,100 applicants responded.Yasheng Huang et al., “What Is a College Degree Worth in China?,” New York Times, December 2, 2010; Keith Bradsher, “Chinese Graduates Say No Thanks to Factory

Jobs," New York Times, January 24, 2013.

6. Goldin and Katz, Race between Education and Technology.

7. Bessen, "Technology and Learning."

8. But the benefits to schooling only showed up in those regions where the seed varieties could be grown.See Rosenzweig, "Why Are There Returns to Schooling?" Note that with the weavers, education might have served to select the women who could learn the factory skills more rapidly.The women who made the effort to go to school might have been brighter and more able.

9. Nelson, Peck, and Kalachek, "Technology, Economic Growth, and Public Policy," pp..144–145.

10. Bartel and Lichtenberg, "Comparative Advantage."

11. This distinction is frequently misunderstood.For example, the Center on Education and the Workforce at Georgetown University criticizes the Bureau of Labor Statistics (BLS) for being too rigid because occupations employ more college grads than the BLS estimates and those workers earn wage premiums.But precisely because college education prepares workers to learn on the job, they can earn higher wages even when the strictly technical requirements of the job do not require a college degree.See Center on Education and the Workforce, "Recovery."

12. Salzman, Kuehn, and Lowell, "Guestworkers."

13. Jonathan Rothwell,"The Silicon Valley Wage Premium," The Avenue (blog), Brookings Institution, August 6, 2014, http://www.brookings.edu/blogs/the-avenue/posts/2014/08/06-the-silicon-valley-wage-premium-rothwell.

14. See, for example, Catherine Rampell, "Data Reveal a Rise in College Degrees among Americans," New York Times, June 12, 2013: " 'Think about jobs fifteen years ago that didn't need any college education,' said Sandy Baum, a senior fellow at the George Washington University Graduate School of Education.Many of them now do, she added.'Maybe you don't need a bachelor's to change bedpans,' Ms.Baum said, 'but today if you're an auto mechanic, you really have to understand computers and other technical things.' "

15. My estimates from the Current Population Survey.

16. Salzman, Kuehn, and Lowell, "Guestworkers."

17. These percentages are for hourly wages taken from the Current Population Survey Merged Outgoing Rotation Group, and the author's calculations, comparing the mean hourly wage for workers with sixteen years of education ($\pm$ 0.5) to that for workers with twelve years of education ($\pm$ 0.5), excluding self-employed workers.The dashed line shows the mean for college-educated workers with less than.ve years of experience to all high school educated workers.

18. This association does not necessarily imply causality.For example, one famous economics paper found that wage increases also tended to occur in occupations that use pencils.However, it does seem plausible that at least part of the increase in college wages relative to high school wages can be attributed to technology.

19. Goldin and Katz, Race between Education and Technology.

20. In 1979, college-educated workers with less than.ve years experience earned 1 percent more than workers with only a high school diploma; in 2009, they earned 16 percent more.Note that the wages of inexperienced college-educated workers are more volatile with respect to the business cycle.

21. Stone, Van Horn, and Zukin, "Chasing the American Dream."

22. Abel, Deitz, and Su, "Are Recent College Graduates Finding Good Jobs?"

23. This difference arises because employers only have limited information on the abilities of job applicants.A college diploma provides information that the applicant might be better at learning on the job, but in many cases that "signal" will not be correct.Thus some college-educated workers will not be suitable where jobs require substantial learning on the job.Some will quit and some will be.red.Note that I.am not arguing that a college diploma is purely about signaling (as some people do).

24. Using the March Current Population Survey, I compare top-level providers to mid-skill providers and technicians.Top-level providers include physicians, dentists, veterinarians, optometrists, and podiatrists; the second group includes registered nurses, pharmacists, dietitians, respiratory therapists, occupational therapists, physical therapists, speech therapists, therapists not elsewhere classified, physicians' assistants, clinical laboratory technologists and technicians, dental hygienists, health record technologists and technicians, radiologic technicians, licensed practical nurses, and health technologists and technicians not elsewhere classified,.If the ratio of mid-skill providers to top-level providers had remained the same as in 1989, there would have been 1.96 million fewer mid-level jobs in 2009.

25. The administration has since announced some new initiatives in technical education, but funding levels have remained the same.

26. This is spending per full-time equivalent student.Desrochers and Wellman, "Trends."

27. Richard Vedder,"Princeton Reaps Tax Breaks as State Colleges Beg," Bloomberg News, March.18, 2012.

28. Century Foundation, Bridging the Higher Education Divide.

29. Holzer et al., "Where Are All the Good Jobs?," p..41.

30. Appelbaum, Bernhardt, and Murnane, Low-Wage America.

31. Maggie Severns, "The Student Loan Debt Crisis in 9 Charts," Mother Jones, June 5, 2013, http://www.motherjones.com/politics/2013/06/student-loan-debt-charts.

32. See, for example, Greenstone and Looney, "Where Is the Best Place to Invest $102,000?"

33. In addition, these studies tend to ignore the risk that a student will not complete college, but nevertheless accumulate debt (only about half of college entrants obtain a diploma within six years), and they ignore the extent to which the people who complete college would also be able to earn more than the average high school graduate even without the diploma (because of greater drive or ability).

第九章
谁的知识经济？

第八章表明，尽管高等教育的价值常超出最低学历要求的价值，但完成大多数工作，在技术上所需的学习年限，会因职业变迁而大幅提高。然而很多人狂热地相信技术对学历的要求越来越高。这种信念建立在认为制造经济正向知识经济转变的观点基础上。虽然制造业工人可以在工作中学习，但知识经济时代的工人需要正规教育，因此要能在新经济时代工作，必须要满足日益增长的学历要求。

然而这一概念误解了技术是如何影响学习的。更糟糕的是，它对政策而言是一个危险的指引。一些人利用知识经济这个观点来提高职业许可证发放的学历要求。事实上，过去三十年，受制于这种职业学历要求的人数大幅增加。其他人则认为知识经济毁掉了低学历工人能得到的好工作，他们主张用贸易保护和其他补贴来保护制造业工业岗位。这两种政策实际上和能创造高薪工作的基础广泛的新知识的发展都是相悖的。

知识能使大多数人受益于技术。怀揣有价值知识的工人，能挣高工资；聘用知识渊博的员工的公司，能赚取高额利润。从这个角度来看，工业革命开启了一个时代，社会能够发展新机构和组织来大规模创建和分享技术知识，这些进步是过去两个世纪生活水平得以大幅提高的关键。经济史学家乔尔·莫克认为工业革命开拓了新的“知识经济”。注

但人们通常用这个词来形容最近的发展。让我们看看彼得·德鲁克是怎么描述的：

> 这种新的知识经济将严重依赖于知识型工作者。目前，这个术语被广泛用于描述有着大量理论知识和学习经历的人群：医生、律师、教师、会计、化学工程师。但最显著的增长将出现在“知识技术专家”中：计算机技术人员、软件设计师、临床实验室分析师、生产技术人员、律师助理。这些人既是体力劳动者也是知识工作者；事实上，他们通常花更多的时间去从事体力劳动，而不是脑力劳动。但是他们的体力劳动是建立在大量的理论知识的基础上的，这些知识只有通过正规的教育，而不能通过学徒制获得。通常，他们并不

比传统技术工人工资高，但是他们认为自己是“专业人士”。就如20世纪制造业没有技能的体力劳动者在社会和政治中占主导势力一样，下一个世纪，也许知识技术人员会成为社会——可能同样是政治上的——主导势力。[注]

德鲁克所指的知识工作者是专业人士，他们的工作建立在大量的理论知识基础上，只能通过正规的教育才能获得，而不能通过学徒制。很显然，这些人没能在他们的工作中获得知识。根据德鲁克的观点，这种新经济来临的证据在于制造业份额的下降。此外，他还预测，旧工业经济的衰落，将增加制造业贸易保护的呼声。

这种关于新知识经济的概念是引导政策讨论的主流，但有时这些知识经济政策既不中立，也不如它们通常被描述的那样完全有利。例如，许多在职人士希望凭借高学历拿到职业许可，以此带来职业地位和经济效益，但是这些限制条件往往会阻碍，而不是促进人们获取新知识。这些政策以牺牲另一群人的代价来使特定人群获益。然而这些歧视和不平常常被花言巧语所掩盖。知识经济往往代表了一种精英意识形态，并附带有对私人和公共决策破坏性的影响。社会奖励那些在重要知识上投资的人，这没有错，但并不是所有这些知识都要靠一纸文凭。

我们都是知识工作者

就业中产业结构的改变，导致了新知识经济这一概念产生，1962年由弗里茨·马赫卢普首次正式提出。[注]在他的著作《美国的知识生产与分配》中，他做了一次行业经济统计，估算出1958年“知识产业”占了美国员工薪酬的32%。知识产业在就业中所占比例自此开始上升，其概念也跟着流行起来。互联网、迅速传播的信息技术，以及全球化，让这个概念被扩大，许多评论家开始使用“新经济”这个术语。但这些术语并不总是定义明确，它们有些共同要素：经济被认为从制作具体事物转向了制造想法，体力劳动者被受过高等教育的专业人士取代。

就业从制造业中迁移出来是一个重要的趋势，但关键是要正确理解它是如何与知识相关联的。制造业的确在就业中所占比例较小，这五十多年来一直在稳步下降。[注]1950年，大约有1/3的工作岗位属于制造

业；1980年，大约有20%，如今这个数字降至10%以下（见图7.3）。美国制造业岗位的绝对数量在1979年达到顶峰，超过1900万个，现在大约还有1200万个。自那之后，大多数新工作出现在服务行业，包括医疗卫生、金融、零售。

为什么制造业的就业率会下降？

当然这是一个意义深远的转变。此外，这一现象在世界范围内的发达国家都出现过。这是因知识角色的改变引起的吗？或是科学变得更重要了？事实上，制造业更倾向于采用相对较多的工程师和科学家。真正的原因在其他方面。

造成这一转变的一个重要原因是，制造业人均产出的增加速度比服务行业更快。[注]由于技术原因，许多制造行业经历了人均产出的快速增长，正如我们在纺织业看到的那样。在纺织业，这一产出的增长最初导致了就业的增加，但是，随着技术的成熟，进一步的技术发展导致这一行业的就业率不断下降。这种模式似乎更为常见，即新产业份额增加，旧产业份额下降。[注]如今制造业正在减少自己的岗位，因为人均产出增加了，但需求并没怎么增加。最近的全球化也导致了制造业就业率的下降。[注]

另一方面，许多服务行业还没有经历人均产出的快速增长。一些服务行业正遭受“鲍莫尔成本病”：人均产出增长缓慢（如果还有增长的话）。比如，四重奏的演出总是需要有四个音乐家才行。[注]然而，由于信息技术，现在许多服务行业的人均产出的增加速度和大多数制造行业一样快。[注]不过，这些行业倾向于采用更原始的技术，就业人数不会随着人均产出的增加而减少。在第七章我们看到，受计算机影响最大的职业群体人均产出比劳动力的增长更快，但这反而提高了他们的就业率。

换句话说，制造业和服务业之间的关键区别在于制造技术是成熟的。然而成熟影响着对受过教育的工人的相对需求：更新的技术增加了对有更高学历工人的需求。这表明，至少部分制造业和其他行业工人的教育差异并非因技术天然产生，而是成熟度差异的结果。

教育和制造业

在所有情况中，制造业的教育特色都和其他行业没什么不同。制造业工人平均受教育程度没有其他行业的工人高：他们中53%只拿到了高中文凭，而在其他领域，这一比例是63%。[注]另一方面，制造业中“难”的领域，如科学、技术、工程以及数学，其就业人员受教育程度更高。更重要的是，在其他条件相同的情况下，同等学历的制造业工人可以比非制造业的工人挣更多的钱：他们的工资高7%，若是将福利算进去，总薪酬高15%。

但这一发现并不意味着制造业的转变就是从动手到动脑的转变。即使是所谓的工业革命期间技术生疏的工人，也会同时动手又动脑。他们在工作中通过经验获得知识。今天制造业工人赚取的薪水更高，表明他们有价值的知识也是在工作中，而不是在课堂上习得的。[注]此外，制造业工人受教育年限的增加速度，和其他领域的工人一样快。

的确，制造业的衰落，减少了之前用来培训排印人员的学徒项目。今天，只有1.6%的工作需要学徒制，这个比例已经低迷了很长一段时间了。但制造业的雇主长期依赖非正规的在工作中学习的方式。今天，65%的工作需要一些其他形式的在职培训。[注]

同样地，技术并没有降低工作中学习的重要性，没有用在教室中学习理论知识的方式将其取代。第七章的数据显示，相反地，在计算机使用频繁的职业中，有经验的工人的工资溢价一直在上升；在这些职业中，经验变得更有价值。另一方面，随着旧技术变得过时，制造业的经验价值一直在下降。

一些服务业的职位，比如教学，天生就需要一定程度的教育。但不同行业对于受过高等教育工人的需求差异，与所使用技术的成熟度关系更大。此外，还有许多重要的例外。制造业也有新技术，服务业也有成熟技术。先进的机器人技术、纳米材料和3D打印为受过更良好教育的制造业工人提供了机会。[注]另一方面，编程外包给海外的传统计算机系统，是一项成熟的服务业技术。我们看到越来越多的服务全球化，包括那些由客户服务中心提供的服务，以及越来越多的能外包给海外的服务工作。[注]经济并没有从制作东西转移到创造想法，而是由旧技术转向新技术，这些变化在两个行业中都发生过。就业中的产业结构变化本身

并不能证明许多职业改变了对教育年限的要求。

专业人员有哪些要求？

的确，许多制造业工作允许受教育程度较低的工人在工作中学习技能，以获得高薪。但是同样，许多服务业的工作也能让受教育程度较低的工人获得技能和优厚回报，特别是当新的技术实现标准化后。我们在第七章探讨的职业护士，便属于这种情况。但关于知识经济的争论，越来越让受教育程度较低工人的机会受到限制。

事实上，自1965年以来，美国护士协会就一直在游说提高拿到护士执照所需的教育水平。美国护士协会一直力求对“技术型护士”的学历要求提高到两年大学学位（职业护士为9到18个月，具体时间各州各有不同），并且要求注册护士有学士学位。该协会用知识经济的论点来为其游说找理由：“科学知识的不断爆炸，使得基于应用科学的职业教育准备变得更重要，也更困难……当科学知识实际上成为一个职业群体实践的基础时，除了通过教育系统内的有组织的项目外，没有其他方式能让培训变得可行。”[注]

然而，正如我们所看到的，尽管经历了五十年的科学知识“爆炸”，今天的职业护士，虽然受教育程度有限，含金量却很高。美国护士协会的动机可能并不是对科学知识的需求，而是想通过提高这个行业的门槛来获得经济利益。通过限制某个行业的准入人数，专业协会能够减少竞争，提高工资。但这些利益，是以消费者和潜在的可能进入该行业的工人为代价的。

德鲁克指出，新知识工作者希望被视为专业人士。而专业人士经常想要提高学历要求，以限制行业准入。这些要求的出现，不是因为知识经济技术的需要，而是来自专业协会的政治影响。尽管美国护士协会在很大程度上并没有成功提高发放职业许可证所需的学历水平，但其他许多职业成功了。事实上，职业注册极大地改变了劳动力市场。1950年，有70种职业需求许可证，这在所有工作中的占比为5%；2008年，各州共有800多个职业需求许可证，这在所有工作中的占比为29%。[注]这一增长在很大程度上受到了政治游说的影响。[注]单是1995年，就有850例医疗从业许可证的议案被派送到了州立法机构，最终有超过300个议

案被写进了法律。

说客们不仅争辩知识经济提高了高等教育的需求；他们还引证许可证的重要性，称其能保障公共安全和服务质量。安全和质量问题很重要，因为消费者往往难以获得服务提供商的信息。我怎样才能知道我的医生是否明白自己在做什么？他的行医执照可以让我知道，至少他有最基本的能力和知识水平。

然而，职业许可规定往往超出其为安全和质量提供基本保障的初衷。首先，职业许可规定现在已经覆盖了对安全和质量规定有更高要求的行业，如插花师和室内设计师。同时，这些规定很大程度是为了提高进入行业的准入门槛，与质量和安全没什么关系。专业协会控制考试通过率、进入行业的费用，有时还有等待期。他们经常禁止一个州（或国家）的许可证在另一个地方使用。专业协会也通过控制认证来限制教育选择。例如，美国牙科协会限制了对牙科卫生员的培训，因此一旦机会开放，许多项目会收到两倍于计划人数的申请。专业协会还对职业分工有影响。美国牙科协会影响了牙科卫生员所能允许执行工作的范围，哪些工作必须在牙医的监督下执行，以及牙科卫生员的服务费用能否报销。

没有证据表明，这些在为保证质量所设的基本认证之外的额外限制能提高服务的质量。克莱纳和库德莱通过比较空军新兵的口腔健康结果后发现，那些来自对牙医许可要求更严格的州的新兵，口腔健康状况并不是最好的。在有许可证限制的州，其保险费也不低。

然而，这些限制对该职业现有人员的工资和消费者成本的影响，却有迹可循。职业许可限制将平均工资提高了18%。联邦贸易委员会的一项研究发现，通过限制牙科卫生员和牙医助理所能执行工作的范围，使得造访一次牙医的成本上升了7%~11%；对职业护士的限制，则使成本增加了3%~16%。牙医许可证的限制还减少了获得卫生保健的机会。

限制许可证的经济影响，也许医疗卫生行业感触最深，76%的非医生医护人员受到了职业许可的影响。2008年，汉弗莱斯等人估计，这些许可限制让消费者每年额外花费了1020亿美元。还有类似的简要估算显示，许可限制间接让非医生医护人员损失了近50万个岗位。

技术促进了工作由内科医生和牙医向中等技术工作者的重新分配，医疗卫生部门的就业和薪资中值持续增长。该领域成了没有学士学位的工人获得好工作的主要目的地。并且，没有显著的、烦琐的针对中等技术的许可限制，就业率甚至会更高，对新技术和新业务模式的适应会更好。学历限制打着推动知识经济进步的幌子，实际上却限制了新知识的传播。

制造业政策

针对向知识经济转变的趋势，有人提出了非常不同的政策加以应对。他们认为这种转变正在破坏高薪的制造业工作，因此想要通过补贴或贸易保护来拯救这些工作。

但制造业工作本身并不会获得高薪，因为它们处于制造业中；它们之所以能获得高薪，是因为如今制造业中的工人拥有宝贵的技术知识。然而情况并不一直是这样的。工业革命早期的制造业工人肯定不会获得高薪，只有当他们的技能和劳动力市场发展了几十年后，他们的工资才得到提升。同样地，这些被工人习得的有价值的生产知识，也会因为新技术的出现变得过时。我们可以看到，当今这一现象正在上演，因为制造业的经验价值减少了。这时，为了维持高薪，工人必须获取新知识。贸易保护倾向于维系通过政治影响力建立起的利益，它保护了固守过时知识的工作。帮助工人进行培训以及企业转向新技术，是更好的选择。

钢铁行业的案例揭露了贸易保护——表面上保护了工人——是如何损害消费者，推迟向新技术的转变，阻碍劳动力获得新技能以赚取高薪的。也许美国近几十年来，没有哪个行业比钢铁行业的贸易保护更严。进口配额于1969年首次实施，随之而来的还有各种各样的保护主义措施，它们由卡特、里根、小布什政府制定，直到2003年，在世界贸易组织的压力下，小布什才提高了钢铁的关税。

该行业第一次遇到麻烦，是在20世纪五六十年代，当时它未能跟上在日本和欧洲被广泛采用的新技术——氧气顶吹转炉和连续浇铸。美国钢铁业当时被几家大型综合性生产商所占据。[注]因为它们的自满，美国于1959年成为钢铁净进口国，在20世纪60年代进口量持续增加。这让钢铁生产商多次游说要建立各种形式的贸易保护，以维持钢铁的高

价，使它们落后的工厂可以继续生产。越大、越旧、越没有竞争力的企业游说的力度最大。

一些寻求更高效新技术的规模较小的新公司实际上是反对贸易保护的。结果证明，大型钢铁生产商真正的威胁并非来自外国的竞争，而是来自那些使用电弧炉来熔化再生钢的美国“小钢厂”。老的综合性钢铁制造商会先将铁矿石冶炼成生铁，然后转换成钢。小钢厂可以生产的规模要小得多，它们可以建在离消费者更近的地方，冶炼每吨钢铁需要的劳动力和消耗的能源也少得多。然而在1979年，它们只占美国7%的钢铁发货量，现在它们占了70%。小钢厂的增长，以及随后对过时钢铁厂的淘汰，使得生产一吨钢铁所需的劳动时间从1980年的十个小时减少到了今天的两个小时左右。

这些新的企业对贸易保护并不感兴趣。小钢厂的龙头企业纽柯公司的首席执行官肯尼斯·艾弗森，1984年对一个国会委员会说道：“我们认为，关税或非关税贸易壁垒将推迟我们钢铁业的现代化，会让用户损失数十亿美元的成本，并可能严重伤害到我们的经济和规模更小的钢铁制造商。”相反，他敦促决策者推行能够再培训工人，并提供奖励的措施来支持现代化。贸易壁垒可能会在短期内提升纽柯公司的利润，但它们会降低对现代化的激励。

三十年的钢铁保护政策，估计让消费者和纳税人损失了超过1000亿美元。此外，更高的价格可能让其他企业将生产转移至海外，在那里，钢还更便宜。或许最重要的是，这些政策推迟了工人向新的、稳定的高薪工作的过渡。今天，钢铁工人仍然能获得高薪，但工作岗位却只有1980年的1/4。当政治经济倾向保护使用旧技术的生产者时，就没有什么可为钢铁工人获得需要新技术的新工作可做的了。

对于旧钢厂的政治影响并没有一直持续下去。由于更加开放的贸易，其他工厂的利益冲突最终在世贸组织要求撤销特殊的钢铁关税时得以显现。小钢厂的增多，以及它们技术的大幅改进，逼得许多落后的钢铁厂破了产。

美国的钢铁工人在小钢厂挣的工资更高，这得益于他们的专业知识和技能，正如他们的前辈一百多年来所做的。美国的小钢厂技术现在领先世界——欧洲和日本的综合性钢铁企业依然拥有较强的实力，因此采

用这种技术的速度很慢。[注]可以肯定的是，如今的钢铁工人越来越少，他们的工作并没有因三十年的贸易优惠政策而得以保留。如果政策有什么影响的话，那就是推迟了小钢厂的发展。在某些情况下，临时的贸易保护可能会争取到额外的时间来再训练员工；钢铁行业的例子表明，因为政治影响力，短暂的过渡期很容易变成长期的破坏性的延迟。

在如今的经济中，知识的作用和性质与过去并没有什么不同。二百年来，制造技术严重依赖于工人对新技术知识和技能的获取。而这一学习过程很大程度上发生在工作中，而不是发生在教室。出于这个原因，无视建立在经验上的知识，将转型向着排他的“专业”行业推的政策，是个错误。

另一方面，我们必须认识到，随着制造技术的成熟，这些知识中一部分变得过时，不断发生的改变将继续减少在这些行业中制造岗位的就业机会。我们没有理由保留这些工作。更好的政策是提供再培训，使这些工人获得新的技能和知识。不论是制造业还是服务业，新工作都在出现，它们需要新的技能，但不一定需要几年的正规教育。

技术需要在学校里获取的知识，同时也需要在工作中获得的知识。虽然这些知识对应着不同群体的利益——专业人员想要维持其知识的独占权，制造业工人想要保留自己的高薪工作——以牺牲另一群体的代价来提升一种知识，最终负面影响是非常大的。从历史上看，制造业能让大量低学历的工人获得相当中产阶级的报酬。在成熟的制造业中，工作数量会继续下降，对于低学历的工人来说，把握机会掌握新兴技术技能显得很重要，无论它们属于哪个行业。

---

1. Mokyr, Gifts of Athena.

2. Drucker, “Next Society.”

3. Machlup, Production and Distribution of Knowledge.

4. Note that a declining share of employment does not imply a declining share of output.See Baumol, Blackman, and Wol., Productivity and American Leadership.

5. Baumol, Blackman, and Wol., Productivity and American Leadership, ch..6.

6. Rowthorn and Ramaswamy, “Growth, Trade, and Deindustrialization.” Specifically, they find that the relative share consumers spend on manufactured goods tends to increase in early stages of development and to decrease later on (that is, the income elasticity of manufactured goods is greater than one initially and less than one later on).

7. Manufacturing might be more affected by globalization because many services

are not "offshorable." However, mature services are also increasingly being performed overseas today, thanks, in part, to information technologies; see Blinder, "How Many United States Jobs Might Be Offshorable?"

8. Baumol and Bowen, "On the Performing Arts."

9. See Baily and Bosworth, "U.S.Manufacturing"; Triplett and Bosworth, "Productivity Measurement Issues," claiming Baumol's disease has been cured.

10. U.S.Department of Commerce, "Benefits of Manufacturing Jobs."

11. My argument is consistent with the interpretation that manufacturing workers are paid "efficiency wages" in order to keep them from quitting (Krueger and Summers, "Efficiency Wages").Because these workers have greater firm-specific knowledge, employers have greater incentives to reduce employee turnover.Moreover, while efficiency wages might also be paid to reduce shirking on the job, a worker's output is often easier to measure in manufacturing than the output of service workers, so shirking might not explain greater efficiency wages in manufacturing.

12. Bureau of Labor Statistics, "Employment by Summary Education."

13. Pisano and Shih, "Does America Really Need Manufacturing?"

14. Blinder, "How Many United States Jobs Might Be Offshorable?"

15. American Nurses Association, "American Nurses Association's First Position."

16. Kleiner and Kudrle, "Does Regulation Affect Economic Outcomes?"; Kleiner and Krueger, "Analyzing the Extent."

17. Graddy, "Toward a General Theory."

18. Fox-Grange, Scope of Practice.

19. It is important to distinguish licensure from certification in this regard.Many occupations have certification; practitioners can become certified by passing an exam or by meeting other requirements.Certification also serves as a means to verify the quality and safety of service that a practitioner provides.Licensure goes beyond certification by limiting who can practice the occupation.

20. Wanchek, "Dental Hygiene Regulation."

21. Kleiner with Kyoung Won Park, Stages of Occupational Regulation, ch..6.

22. Kleiner and Kudrle, "Does Regulation Affect Economic Outcomes?"

23. Kleiner, Licensing Occupations; Kleiner, Stages of Occupational Regulation.

24. Kleiner,"Occupational Licensing"; Kleiner and Krueger, "Analyzing the Extent."

25. Liang and Ogur, "Restrictions on Dental Auxiliaries."

26. Kleiner et al., "Relaxing Occupational Licensing Requirements."

27. Wanchek, "Dental Hygiene Regulation."

28. Humphris,Kleiner, and Koumenta, "How Does Government Regulate Occupations?"

29. Using National Income and Product Accounts (NIPA) and Current Population Survey (CPS) data, there were approximately 13.5 million nonphysician health care

workers in 2008.Assuming 76 percent were subject to licensing, licensing raised wages 15 percent, and the constant output labor demand elasticity was 0.3, this yields $13.5 \times .76 \times .15 \times 0.3 = 0.5$ million lost jobs.This estimate does not include limitations on jobs arising from restricted access to education or limitations on scope of practice.

30. See Lynn, “New Data.” During this period my father was a physical metallurgist at one large steel company where he developed a new, advantageous rolling technology.Once the technology was proven at a pilot plant, the company chose to make a quick buck by selling the technology to a German steel firm rather than adopting the process itself.

31. Lenway, Morck, and Yeung, “Rent Seeking.”

32. ArcelorMittal, “Steel Statistics,” http://www.transfirmingarcelfirmittalusa.com / USASteelIndustry/AmericasSteelIndustryStatistics.aspx.

33. Moore, “Rise and Fall.”

34. Lindsey, Griswold, and Lukas, “Steel ‘Crisis.’ ”

35. Today, the Steel Manufacturers Association, the trade group representing minimills, calls for limits on China’s unfair trade practices.See Steel Manufacturers Association, “Public Policy Statement 2013–2014,” http://www.steelnet.org /docs/ public_policy.pdf.

36. House Ways and Means, Subcommittee on Trade, “Problems of the U.S.Steel Industry,” Serial 98-93, 1984, p.286.

37. Barringer and Pierce, “Paying the Price.”

38. Schorsch, “Why Minimills Give the U.S.Huge Advantages in Steel.”

第十章
采购知识

世界各地的政府，都试图化身“公共风险投资人”来刺激经济的增长，它们为采用新技术的公司，尤其是那些刚起步的公司提供贷款、政府奖励、税收抵免，以及其他补贴，目的是鼓励那些开发新知识和技能的初创公司。[注]每个人都想再建一个波士顿和硅谷那样的技术集群。

然而，总的来说，这些努力的结果好坏参半。一些成功了，但大多数都失败了，许多是无用功。失败的原因有很多。有些领导无能或缺乏关于技术和市场的基本知识，他们很难“选择赢家”。在其他情形中，决策的制定是基于政治影响力，而非经济价值。[注]

另一种政府政策似乎对促进新技术的开发和商业化更有帮助。这种类型的项目促进了计算机、半导体、互联网、全球定位卫星，以及数字无线通信的发展。其中一个项目成就了“美式制造业体系”，这使得美国的制造业技术在19世纪末和20世纪初领先全球。

这些项目是什么？就是政府采购项目，包括在政府实验室完成的与采购有关的研发和项目支持研究。硅谷和波士顿的技术集群并没有得到公共风险投资人多少帮助，反而得益于那些靠采购技术来完成自己任务的政府机构。具有讽刺意味的是，这一政策并没有将经济增长作为其主要目标。

采购可以在技术知识的发展和传播过程中发挥重要作用，因为它能促进在实践中学习。采购项目要求有一定程度的绩效水平，而不是单纯补贴有前途的企业家。要实现新技术的绩效目标，需要大量的人员发展新的技能。有时，这一广泛的人群基础可以将这些技能转化为商业应用，产生强大的效果。因为在实践中学习对新技术而言很重要，所以采购可以成为创新的强大动力。

国防部和太空计划采购了许多新的技术，政府合同在其他许多领域同样能激励创新。[注]汤姆森发现，19世纪各行各业的许多发明家都是政府合同商或雇员。[注]州政府和农业部影响了生物创新，美国地质调

查局在矿产知识中发挥了关键作用，联邦、州，以及地方很多政府机构同样促进了新知识的传播，尤其是关于基础设施、健康和环境卫生的。

一些人质疑，除了美国国立卫生研究院、美国国家科学基金会，以及其他机构为基础研究提供支持外，政府是否还能够在技术商业化的过程中发挥积极作用。采购项目主要涉及资金，政府即使不花在这上面，也会花在其他任务上。

采购项目可以发挥作用，但并不会一直发光发热——具体规划才是正道。正如我们会看到，重要项目现在被妨碍着发挥自身的有益作用。研究过去的采购项目是如何培养初期技术的，以及它们为什么现在不培养了——将大有裨益。

可互换零件

联邦政府设立了两个兵工厂，一个在马萨诸塞州的斯普林菲尔德，另一个在弗吉尼亚州的哈普斯渡口。兵工厂生产武器的同时，也与机械工厂签订合同，生产由可互换零件装配而成的步枪。如果每把步枪的组件规格相同，那么一把步枪报废后，可用的组件可被拆卸下来，与其他步枪上的组件装配在一起使用。通过这种方法，在战场上，可以通过装配旧的组件来制造一把可用的枪。除了解决战场上的武器装配问题，这个项目还承诺不再依赖外国武器——可互换零件不需要大量的军械工人。

但事实证明，制造真正可互换的零件比想象中难。慢慢地，在几十年的时间里，与这两个兵工厂合作的机械工厂，更新了机床和测量仪器、专门的机器和钻模、工作组织，工人拥有熟练的新技能。该系统成功的关键是“工匠们”学到的技巧，即手锉零件以使其在允许偏差范围之内。到19世纪50年代，专门的机器和有着专业技能的工人，生产出了大量由真正可互换零件组装的枪支。

这成为美式制造业体系的基础，它的影响远远超出了武器生产。有了偏差更小的可互换零件，任何复杂的机械产品都可以被分为组件，由专业人员使用专门的工具来制造，再由工人组装起来。高度的专

业化意味着每个工人都经历了陡峭的学习曲线，并可达到一个高水平。历史学家戴维·豪恩谢尔记载了公司是如何运用可互换性来建立起高效率大规模生产的，其产品囊括了缝纫机和汽车。这种技术在19世纪晚期确立了美国在许多机械行业中的超凡地位，在20世纪早期，它还推动了流水线生产。[注]

创建知识库

为什么可互换零件的采购能够成功激励之后的发明？其中有运气成分，但也因为它为那些可在民用领域使用自己技能的熟练工人创建了一个广泛的基础。可互换零件被证明是一项通用技术。美国陆军部启动这个项目时，并没有试图将其大范围推广。它的目标只是生产能方便修复的武器。偶然间，这一技术正好可以被广泛运用。同样让人欣喜的，还有在发展太空卫星过程中开发出的数字无线通信，以及最初用于密码破解和炮弹计算的计算机。当然，许多为政府特殊需求开发的技术，几乎没有什么其他用途。

但我们感兴趣的是那些应用广泛的技术。政府对可互换零件的采购，极其有效地促进了广泛的技术变革，因为它让大量的工匠和技工获取了新知识和技能。几项行为对广泛知识基础的发展起到了促进作用。首先，美国陆军部没有依赖现有的军械工人，而是投资培训新的工人。政府虽然建立了两个兵工厂，但也将工作交给许多私人承包商——1798年和1799年都是27家，1808年又额外增加了18家。[注]此外，政府愿意在可互换性上支付更高的价格，因此资助了新技能的发展。它让私人承包商之间达成一致，不从其他承包商那里挖走训练有素的员工，从而保护在工人的技能上所做的私人投资。

其次，它鼓励知识共享。正如经济史学家罗斯·汤姆森在《机械时代变化的结构: 1790年到1865年美国的技术创新》中写的那样：

> 政府成立了一个通信组织，个体之间可以通过它互相学习。联邦兵工厂成为该组织的中心，特别是斯普林菲尔德兵工厂。兵工厂工作人员的检查，虽然略有不同，但的确确立了标准，这让兵工厂员工与承包商在最大程度减少次品的合作上更顺畅。斯普林菲尔德是技术共享的中心，它租借工具、模式、熟练的模型技工和工具制

造工人，并提高诸如卷铁这样的服务。它共享机械设计、制造技术、测量和检验方法等知识。它向私营企业学习，企业之间又相互学习。知识共享是由承包体系派生出来的，该体系要求承包商向兵工厂和其他承包商敞开大门。军械局明确表示，今后的合约取决于技术进步和知识共享。

最后，政府提升标准，促进了劳动力市场和专业机械工具标准的发展。军械局定义了产品，制定了质量标准，建立了检测系统。零件必须在允许的偏差范围内，枪支必须满足性能和维修标准。承包商被要求达到其他客户没有要求的标准。最初，这些标准以政府提供给承包商的武器样品为准，成品必须与之匹配。后来新的测量方法被开发出来，使得这些标准更具通用性。

可互换零件的采购项目的发展，建立起了广泛的知识基础。这得益于它的三个特征。它为工人在职接受新技术培训提供补偿，促进了知识共享，还建立起了开放标准。有了训练有素的工人和通用标准，这些新方法便可以应用于其他类型的生产。使用可互换零件的机床技术并不是19世纪唯一从采购中获益的技术。罗斯·汤姆森发现，矿业、建设、农业领域54%的领先创新者，都从政府合同或政府聘用中学到了东西。

还有许多最近的例子表明，有影响力的政府采购项目，还在相当数量的人群中建立起了广泛的基础知识。例如，克劳德·香农1948年在美国电话电报公司工作时建立了信息理论。这一数学理论有望提升数字通信技术，但直到20世纪60年代，NASA（美国国家航空航天局）寻找与太空卫星更好的交流方法时，它才得到实际应用。这些卫星有着特殊的问题，因为它们在背景噪声干扰很强的情况下只能发出微弱的信号。NASA资助了独立的咨询顾问和小公司，将信息理论应用到这个问题上，研究人员开始分享重要的发现，比如目前广泛应用于手机的解码算法。这些专业技术开始在民用领域施展身手。太空和军事运用领域经验丰富的工程师，最终利用他们的知识创建起了数字无线通信技术。

采购是怎样促进学习的？

设计良好的政府采购项目，可以用私营企业或许不会运用的方式，

建立起广泛的知识基础。因为私营企业并不总是能够在培训员工、分享知识，和已经建立起的共同标准中获得所有的收益，他们做这些事情的动力没有政府机构那么强。政府机构与多个公司达成协议，当训练有素的员工跳槽，公司之间共享知识，或当公司达成一个共同的标准时，它不会遭受任何利益损失。例如，我们看到，在互动电视发展过程中建立起公共标准这件事上，时代华纳并没有什么强烈的动机。国防部和其他政府资助者创建起了有着公共标准的原始互联网，它帮助建立起了实现应用程序所需的拥有技能和知识的群众基础。采购合同能够鼓励企业进行投资，如果没有采购合同，发展员工技能、分享知识，以及协调共同标准可能都不会是企业想要投资的项目。

对于创新的经济分析通常集中在企业家的投资激励上。但发展新的技能和知识也很重要，而且通常不是激励企业家那么简单。给企业家资助的理由是，公司在竞争激烈的市场中倾向于在创新上进行投资。但它们也在一些共同分享的技能、知识，以及标准上投资。一个设计良好的采购项目可以在促进这些事情的过程中发挥特殊作用。这就是为什么一些政府对科技发展最有效的贡献来源于主要目标不是经济增长的采购项目。

当然，并不是所有采购项目都产生了这样的正面影响。军事采购和“军工联合体”是出了名的低效。戴维·莫厄里和蒂莫西·西姆科研究了为何互联网和万维网在很大程度上被美国开发出来，尽管一些初始发明，比如互联网是在其他地方实现的。[注]他们发现，政府政策关键环节的差异使得一切变得不同。20世纪60年代，美国大多数对计算机网络的研究都由军方负责，其目的是推进有限的计算机资源的有效共享。[注]莫厄里和西姆科写道，虽然国防部本打算开发出为己所用的专门应用，但其“支持‘通用’研究以及学术界和产业界大规模的基础建设，认为能够提供防御需求的可持续发展的计算机行业终究也需要民用市场”。[注]因此，对军用网络计算机的研究和发展资金的几个特点，加强了建起技术知识的广泛基础。

第一，五角大楼资助了许多不同的实体，包括学术研究人员和新成立的公司，并训练了大量的工人。政府的科研投资提升了美国大学对计算机科学的研发能力，促进了诸如宽带网和太阳微系统公司等大学副产品的产生，训练出一批有助于互联网开发、应用及商业化的技术专家。[注]政府没有尝试去“选择赢家”，而是支持多种尝试、架构，以及供

应。采用分组交换网作为基础设计的万维网，实际上对采用电路交换网的电话的垄断，是一种挑战。其他国家采取的方法就没这么柔和。英国制定了政策来支持计算机行业的国家冠军；法国支持公共信息网终端，这是万维网的前身，由国有电话公司开发。

第二，国防部广泛共享了新兴技术知识。军事合同通常需要有“二次采购”，以防止军方依赖单一供应商。这种做法经常迫使企业允许竞争对手使用自己的技术，使用这种技术获得的实用知识因而得以扩散。一般来说，国防部试图创建起广泛的，不仅能为学者和民间企业，也能为军队及军工企业所用的研究基础设施。在英国和苏联，出于安全考虑，军事研究人员和工程师会与普通民众隔绝。

第三，由于抱着众人参与的目的，互联网在发展过程中一直持开放标准。关键标准如TCP/IP（传输控制协议/互联网协议）和HTTP（超文本传送协议）开发就一直都有公众参与，并被放置在公共域。政府本身并没有公布这些标准，但却鼓励建起公共标准制定组织。

这些特征表明，互联网的发展和可互换零件的开发成功的原因类似。然而其他采购项目，包括许多最近的项目，并没有这些特征，没有成功地发展出有广泛基础的技术知识。

如今的采购

一些人认为，如今的国防科研不能像其他政府机构那样，遭受预算削减的困扰。因为国防科研在商业化地推行有价值的技术上起着特殊的作用，他们认为，任何预算削减都会伤害经济以及美国军事实力的领先地位。为了证明自己的观点，他们举了许多例子，比如电子计算机、集成电路、全球定位系统以及互联网（包括电子邮件）。

然而，这些技术早期的关键阶段，都在20世纪70年代中期之前。最近的国防研发似乎并没有产生类似的结果。部分原因可能是一些军事需求没有商业应用，或一些技术已经有了成熟的商业市场。然而，一些重要的国防投资并未能刺激广泛的商业开发，即使这些技术后来独立开发出了商业化版本。它们包括数控机床、高速集成电路，以及“战略计算”，还包括并行计算机和人工智能。甚至在“双用途”上的军事投

资，也可看出军方在商业创新方面获得的利益比其他相关方面要多。[注]此外，这些失败的例子，是在20世纪60年代以来国防研发支出增加一倍的情况下发生的。[注]

经济学家杰·斯托斯凯将这些失败的原因归结为他提出的“保护创新”：研发机构主要针对的是技术的特殊防御作用，而不是通用发展。它们启用传统的国防承包商，因为它们会忠于军事需要，而这些承包商限制了信息流向其他潜在的技术用户。[注]因此，假如空军想要使用计算机来控制切割复杂飞机金属零件的机床，它只会与几家大型航空航天和汽车公司合作来开发和使用这些技术。这些公司被要求使用专门的计算机语言编程，且程序员要保守技术秘密。这与可互换零件或互联网的早期研发相去甚远，该阶段需要有大量的人员参与其发展，并自由共享知识，使用开放的标准。毫不奇怪，美国空军的项目并没有刺激数控机床广泛的商业开发。相反，便宜的、广泛使用的计算机控制的机床在没有军事辅助的情况下发展了起来，这一技术很大程度上源自德国和日本。这一失败让日本的进口商品占据了市场，在全球贸易中取代了美国的工匠地位。[注]

为什么军方转移到了另一种似乎有意扼杀商业增长的创新模式上去？一个原因是更加注重安全。尤其是“9·11”后，更多的信息变成了机密或受到限制。另一个可能的原因是军工联合企业的影响力日益增强。国防研发是华盛顿权力贩子垂涎的目标。保护创新满足了这些权力贩子的需求——关于项目的信息远离了群众监督，项目避开了责任，由固定下来的国防承包商运行。[注]但这些优先权意味着国防研发和采购不能开发为平民所用的技能和知识。

通过采购那些达到高质量标准的新技术，政府采购和相关的研发能够促进新技能发展，这些新技能往往是早期技术商业化的关键。然而有影响力的行业游说团体阻止军事采购扮演该角色。军事研发的“领导地位”在唐纳德·拉姆斯菲尔德任国防部长时达到了一个峰值，许多研究项目的竞标被限制给了主要的国防承包商，大学研究人员的经费被削减了一半，外国研究生被禁止参与研究，许多研究高度机密，只专注于短期结果。[注]最近这个方向似乎已经逆转。美国国防高级研究计划局放松了对外国学生和机密信息的限制，大学的资金增加了，更多的美元现在投入到了长期目标中，包括一个开发下一代半导体的大型大学财团。研

究计划局也试图让更多年轻的大学研究人员和黑客参与项目。注这些举措能否扭转几十年的政策误导，还有待观察。

其他行业

政府采购被认为有望发展那些在不那么具有标志性的行业中工作的工人的技能。例如，支持绿色建筑的市级采购政策已被证明能增加在工程师和建筑工人技能上的私人投资。一项详细研究发现，当城市需要新的政府大楼以满足美国绿色建筑委员会的能源效率标准时，符合标准的建筑在这些城市翻了一番，邻近城镇的绿色建筑数量也增加了。注

也许政府在医疗卫生方面所起的作用更为重要，该行业似乎正处于主要技术和组织变革的早期阶段。联邦政府是医疗卫生服务最庞大的直接和间接消费者。单是退伍军人健康管理局（下文简称VHA）已是美国最大的综合医疗卫生系统，有超过1700个站点。然而在20世纪90年代早期，VHA的护理质量和患者安全状况臭名昭著。1994年，肯尼斯·凯泽博士接任退伍军人事务部的副部长，负责其健康问题。到21世纪初，调查显示，出现了戏剧性的转变。VHA的护理质量上升到第一位，超过了许多知名医院系统和医疗收费服务提供者。注此外，质量的提升还是在每个病人的医护成本不变的情况下实现的，而此时整个美国的医疗卫生成本增加了60%。注尽管最近关于VHA设施调度的丑闻让人们注意到了退伍军人获得医疗卫生权限的问题，但证据表明，VHA提供的医疗服务质量仍相当高。注

凯泽改革的核心是一项新技术：电子健康档案。通过集中和电子化医疗记录、医嘱、图表，以及其他数据和图像，包括病人的X光片，VHA建立起几个优势。第一，它减少了医疗事故，比如给病人错误的治疗方法或药物。研究发现，医疗事故每年造成多达98000例可预防的死亡，以及超过100万人受伤。注第二，电子健康档案促进了协调护理。医疗卫生的大部分花费来自一小部分问题复杂的患者。通常，这些患者从不同的医生那里接受不同的，往往相互矛盾或不必要的治疗。当医生可以提供一致的、协调的治疗护理——电子健康档案能够帮助实现这一目标——病人就能以更低的花费得到更好的治疗。注电子健康档案系统也减少了行政工作。从长远来看，电子健康档案系统可能对健康状况

数据的收集至关重要，这些数据能为医护治疗提供更有意义的措施，并确定哪些医疗手段效果好，哪些不好。

很明显，这种技术可以参与改变VHA之外的医疗卫生护理。一项研究估计，电子健康档案系统每年可能节省下810亿美元，同时还能提高医疗卫生的质量。[注]现在许多厂商会提供电子健康档案系统，大量的医院及其他供应商也安装了该档案系统。此外，联邦政府还通过为老年人和穷人采购医疗卫生服务来激励这一过程。作为2009年经济刺激计划的一部分，奥巴马政府推行了经济和临床医疗卫生信息技术行动（以下简称HITECH）。HITECH为采用电子健康档案的医疗保险和医疗补助服务提供者提供了高达360亿美元的奖励。

然而，与其他技术一样，大规模的改变需要时间。它会耗费成本，会涉及重要组织和制度的改变。许多早期的推行不仅没减少成本，反而还增加了成本。[注]与其他计算机系统一样，这一技术是否有效，取决于是否有掌握专业技能的核心人群使用和适应它。一项研究表明，可以聘用到熟练电脑专业人员的医院能节省开支，那些不能聘用到的则不能。[注]建立起庞大的拥有这些技能的核心人群显然非常重要。

一个相关的障碍便是缺乏标准化。即使在领先的医院系统中，比如梅奥诊所，一个部门组织不同部分的电子健康档案系统常常不兼容，所以它们不能完全共享病人数据。[注]缺乏标准化不仅损害了该技术的有效性，还妨害了强有力的劳动力市场的出现。在这方面，联邦政府正在采取措施鼓励标准化，鼓励在卫生与人力资源服务部国家医疗信息技术协调办公室的参与下，形成公私健康信息交流。

更大的障碍可能会限制这种技术。只要多数医疗服务提供者的收入是基于完成的程序数量，而不是病人的健康状况，他们就可能没有动力去使用这项新技术。更糟的是，既得利益可能会破坏本意很好的政府项目和政府为建立标准所做的努力。VHA的经验表明，运用电子健康档案技术可以获得大规模的收益，但谁也不能对这一结果做保证。

总的来说，似乎政府采购已不再像之前那样，能促进应用广泛的新技术知识的发展了。也许这将会改变。也许机器人和无人驾驶飞机的军事研究最终将为民间采用，抑或医疗卫生和能源部门的采购能如之前的军事采购般发挥作用。但是过去三十年的发展趋势一直都向着错误的方向。

1. Generally, economists recognize that private firms in competitive markets tend to underinvest in new technologies.This is because firms typically do not capture all of the value that new technologies bring to society and are thus not willing to invest as much as is socially optimal.This means that society can typically boost economic growth by providing additional incentives that encourage private firms to innovate.

2. Lerner, Boulevard of Broken Dreams.

3. Ruttan, Is War Necessary for Economic Growth?

4. Thomson, "Government and Innovation."

5. Olmstead and Rhode, Creating Abundance; David and Wright, "Increasing Returns"; Thomson, "Government and Innovation."

6. Gordon, "Who Turned the Mechanical Ideal into Mechanical Reality?"

7. Smith, "Army Ordnance"; Hounshell, From the American System to Mass Production.

8. Hounshell, From the American System to Mass Production.See also Thomson, Structures of Change.

9. Thomson, Structures of Change, pp..54–59.

10. Thomson, Structures of Change, p.57.

11. Thomson, "Government and Innovation."

12. West, "Commercializing Open Science." Andrew Viterbi, the inventor of the algorithm and one of the found ers of Qualcomm, has said that they did not patent the algorithm because "if we had patented, it probably would have slowed down its acceptance, because no one patented in those days.AT&T and IBM patented for commercial reasons, but we were a small government contractor." (IEEE Global History Network, "Oral History: Andrew Viterbi," http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Oral-History:Andrew_Viterbi.)

13. Mowery and Simcoe, "Is the Internet a U.S.Invention?" The World Wide Web was invented by Tim Berners-Lee at CERN in Switzerland.

14. The military also realized that a packet-switched network (the Internet is packet-switched) was resistant to nuclear attack.

15. Mowery and Simcoe, "Is the Internet a U.S.Invention?," p..1371.

16. Mowery and Simcoe, "Is the Internet a U.S.Invention?," p..1382.

17. U.S.federal agencies have long been encouraged to support voluntary industry consensus standards rather than unique government standards.This policy was set out by the O.ce of Management and Budget in 1980 (Circular A-119), but the policy preference had been in place long before then.See McKieff, "Circular Reasoning."

18. Eaglen and Pollak, "U.S.Military Technological Supremacy."

19. Mowery, "Public Procurement."

20. Stowsky, "Secrets to Shield or Share?"

21. These innovations include encryption,.at panel displays, and "smart highways."

22. See American Association for the Advancement of Science (AAAS), "Defense and

Nondefense R&D, 1953–2014," http://www.aaas.org/page/guiderd.data-lhistorica-%E2%80%93-data-funding

23. Stowsky, "Secrets to Shield or Share?," p.258.

24. Alexander, "Adaptation to Change."

25. Of course, for these reasons a higher level of security also meets the needs of influence peddlers.In addition, congressional frustration with the cozy relationship between the defense industry and military has sometimes led to short-sighted attempt store strict defense R&D only to projects that have direct short-term benefit to the military.See, for example, the Mansfield Amendment of 1969.Offered by Senator Mike Mansfield of Montana, it prohibited military funding of research that was not directly related to a specific military application; it became part of Public Law 91-121.

26. Lazowska and Patterson, "Endless Frontier Postponed."

27. Pine,"OPEN to Wild Ideas"; Amy O'Leary, "Worries over Defense Department Money for 'Hackerspaces,' " New York Times, October 5, 2012; DARPA, "Young Faculty Award," http://www.darpa.mil/Opportunities/Universities/Young_Faculty.aspx.

28. Simcoe and To.el, "Public Procurement."

29. See Longman,"Best Care Anywhere," p.38, citing the New England Journal of Medicine, The Annals of Internal Medicine, and the National Committee for Quality Assurance.

30. David Stires, "Technology Has Transformed the VA," Fortune, May 11, 2006.

31. Ezra Klein, "Veterans Aren't the Only Ones Waiting for Health Care." Vox, May 23, 2014, http://www.vox.com/2014/5/23/5745356/veterans-arent-the-only-ones-waiting-for-health-care.

32. Institute of Medicine, To Err Is Human.

33. For an example, see Atul Gawande, "The Hot Spotters," The New Yorker, January 24, 2011.

34. Hillestad et al., "Can Electronic Medical Record Systems Transform Healthcare?"

35. Sidorov, "It Ain't Necessarily So"; Milt Freudenheim, "The Ups and Downs of Electronic Medical Records," New York Times, October 8, 2012.

36. Dranove et al., "Trillion Dollar Conundrum."

37. Freudenheim, "The Ups and Downs of Electronic Medical Records."

第十一章
被遗忘的知识共享历史

威廉·吉尔莫是一名来自苏格兰格拉斯哥的移民，他于1815年9月抵达波士顿。作为一名熟练的机械师，他熟悉英国的动力织布机，并认为自己可以在美国也建起一台来。他最开始向斯莱特家族提出建纺织机和修整机，斯莱特家族在罗得岛普罗维登斯拥有一家开创性的纺织厂。由于市场低迷，斯莱特家族不想做高风险的投资，但他们给威廉在自己的机械小作坊里找了份工作。几个月后，吉尔莫将自己的想法告知莱曼法官——莱曼棉花制造公司的所有者，莱曼法官立即与吉尔莫签订了关于建造一台动力织布机和相关机械的合同。

吉尔莫在莱曼纺织厂一个空房间的地板上开始着手建造织机的计划。之后，机械师对他的设计进行了丈量，用熟铁建起了12台织机。它们在1817年春投入运营。

当时6种其他类别的动力织布机已在美国申请了专利，其中一些被用于生产布匹。但吉尔莫的设计被证明更加优越，最终取代了其他类型的机器。然而吉尔莫当时并没有为织机申请专利，或是试图垄断其使用。相反，他分享了自己的设计，他以10美元的价格将设计图纸卖给了另一名机械师戴维·威尔金森。在莱曼法官的支持下，威尔金森和吉尔莫开始为其他制造商建造织机。之后，这些制造商为吉尔莫筹集了1500美元的奖励，以感谢他的贡献。

吉尔莫和莱曼并不是乌托邦式的梦想家。为什么他们会与其他机械师和纺织品制造商分享自己的设计呢？他们没有试图保护自己的发明不被模仿，而是心甘情愿地帮助那些模仿者。我们经常听说，专利是新成立公司从创意中获利的唯一方法。否则，大公司会乘虚而入，复制它们的创新，将它们从竞争中排挤出去。然而，这些美国纺织技术的先驱，却以不同于传统想法的方式，获得了成功。

认为专利对技术初创公司的生存至关重要的观点，似乎与其他例子，尤其是最近的例子相悖。今天的许多大型科技公司——谷歌、微软、苹果、亚马逊——不靠专利获得投资，专利似乎也没有限制住它们

的竞争对手。此外，许多早期的开发人员似乎愿意与潜在竞争对手自由分享技术。互联网是基于没有专利的开放标准和共享软件建立起来的。许多早期的个人电脑公司，包括苹果，都是由家酿计算机俱乐部起家的，人们在那里自由共享设计。开源软件促进了从网络服务器到智能手机操作系统的一切。一些人将我们的时代称为开放创新的时代。

这种行为背后有着合理的经济解释。很大程度上，在实践中学习对于理解它非常关键。

被遗忘的故事：发明家曾分享知识

“开放式创新”被描述为一种“新典范”，它突破了过去公司对其创新保持完整专有权的控制。[注]当然，开源软件和免费软件是最近才发展起来的。但创新者之间的知识共享，特别是在技术的早期阶段，并不是什么新鲜事。其历史可追溯到20世纪或工业革命期间，甚至更早。

这是一段在很大程度上被遗忘了的历史。教科书和博物馆经常描绘发明家小心翼翼地守护着自己的秘密，不让模仿者知晓的情形。比如莱特兄弟，他们将第一次飞行的消息保密了好几年，以争取时间申请发明专利。然而重要的证据表明，发明家经常分享他们的知识。在成功飞行前，莱特兄弟曾在一个活跃的国际发明家和科学家联盟上积极分享自己的知识，该联盟公开报道和讨论不同飞行器设计的优点和局限。[注]

尽管很难获得早期实践的书面材料，但经济史学家开始拼凑一幅更完整的知识分享的图景。[注]经济史学家罗伯特·艾伦推测，知识共享其中一种形式“集体发明”，可能是19世纪“最重要的发明源头”。[注]

在工业革命之前，工会对创新的支持有固定的传统，在那个其他传播方式受限的时期，它积极推动技术知识通过成员间一对一的沟通来实现共享。[注]19世纪的英国，在许多关键技术上，都记载有知识共享，包括用来炼铁的高炉、康沃尔郡矿区的高压蒸汽机、纺织设备、伦敦燃煤房的建造，以及土木建造。[注]在19世纪的美国，棉纺织业、西式蒸汽船、高压蒸汽机的发展，以及造纸、转炉炼钢中，都记载有知识共享现象，常常在机械工人中进行，包括那些发展了可互换零件技术的工人。[注]此外，在美国和英国，知识共享被广泛地用于农业，它催生了

轮作方法，并在小麦、棉花、烟草、苜蓿、玉米和牲畜上产生了大量的生物学革新。

最近，研究人员发现了小型钢厂和其他行业之间的知识共享：早期的数字无线通信、个人计算机、手术过程，从体育设备到实验室设备大范围的用户革新，当然还有自由与开源软件，它们都受益于知识共享。

虽然许多参与共享技术的创新者明确不要专利，但这种共享本身就伴随有一些专利过程。许多早期的美国机械师虽然拥有专利，但只对下游地区的制造商使用，而不会将其用在与自己共享知识的机械师身上。使用转炉炼钢法的工程师们积极交换知识，定期会见竞争工厂的工程师，发布技术公告。伯利恒钢铁厂的首席工程师称这群人为“有爱的兄弟组合”。但所有这些工厂都持有转炉炼钢的专利授权，并且是专利联营的成员。通常，在技术发展的早期阶段，对于发明者而言，专利既无利可图也没多大用。

这一切随着技术的成熟而改变。许多技术似乎都遵循着一个共同的模式：在一种知识共享和专利申请稀少的管理体制之后，总是紧跟着大量的专利申请和专利实施。苹果电脑每两周左右就与家酿计算机俱乐部共享其苹果一代和苹果二代的设计和功能，获得有价值的反馈。公司成立的第一个十年只申请了14项专利。2012年，苹果获得了1236项专利，并涉及超过100起关于在世界各地实施其智能手机专利的诉讼。史蒂夫·乔布斯曾说：“在窃取伟大灵感这方面，我们一直都是厚颜无耻的。”这些伟大灵感包括图形用户界面、MP3播放器、平板电脑，苹果公司对其吸收后进行了改进。一些愤青指责苹果过河拆桥，用专利来阻止他人跟随它的足迹。这一模式在其他科技大佬身上也很明显。微软直到1986年才首次获得专利，那时它才成立11年。如今，它有超过2万项专利，并积极实施这些专利。高通是如今最为著名的有着大量专利组合的公司。但在数字无线通信技术发展的早期，高通的创始人自由分享了他们的技术，包括如今一种广泛应用于手机的解码算法。

相同的模式在过去也可以观察到。在1903年飞行成功实现前，航空技术一直在国际发明家组织内被广泛分享。在美国，紧随知识共享的是一段积极诉讼时期，这导致了一场具有高度破坏性的专利战争，没有人能够在不违反他人专利的情况下生产一架飞机。这些阻碍使得航空发展

在美国停滞了十年，直到迫切希望飞机进入第一次世界大战的政府迫使交战双方组建起了专利联盟。

大多数的知识共享都是有局限的。通常它们只在某个地区持续十年或二十年，有时只限于一个社区内的机械师或工程师。多种因素导致了这些共享时期的结束。一些是因市场崩溃或产业结构改变，导致社区分解。也许正是这些时期的短暂，历史学家忽视了知识分享的重要性。历史是由胜利者书写的。然而，尽管只持续了十年或二十年，这些时期使得关键技术得到了巨大改进。在19世纪上半叶的美国，它们使得织工单位时间内的布匹产量增加了5倍，并通过使用转炉炼钢法让铺建钢轨的生产成本降低了80%，还将康沃尔的高压蒸汽发动机的效率提高了2倍。一点都不夸张地说，在这些知识分享时期所做的创新，是这些技术成功的原因。

知识共享的疑惑

从对创新的传统经济分析的角度来看，偶尔出现的知识共享令人费解。在传统分析中，如果竞争对手复制了发明，进入市场，就会增加竞争，压低价格，消除利润。这种观点认为，创新者因此不会愿意投资于研发，除非他们可以阻止竞争对手复制他们的发明或他们能得到其他一些激励。专利被视为一种防止抄袭发明的重要手段，除此之外，公司还会使用其他阻止方法。

那么，为什么创新者竟然以通过与竞争对手分享知识的方式，鼓励他们模仿呢？这似乎是一个谜。

不难发现分享中的潜在利益。知识共享是创建通用标准或最佳实践方法的关键，而正如我们所看到的，这两者有明显的经济效益。此外，一些知识共享可能真的是发明家之间的知识交换，或是发明家希望其他发明家能回报自己：我与你分享我的创新，你与我分享你的，我们会共同进步。这样的利益很好理解。然而，人们显然认为竞争所造成的损害通常会大于这些好处。

过去经常发生的知识共享表明这种假设并不总是正确的。知识共享可能需要在特殊条件下才能发生，但这些条件并不罕见。要想知道过去

这些有可能的条件是什么，它们今天有多常见，以及其对政策意味着什么，那么更细致地观察一段知识共享时期将很有帮助。[注]具体地说，我们希望看到共享是否削减了利润，并且如果创新获得了专利，这些专利是否如传统分析中认为的那样会显著增加利润。

分享纺织发明

威廉·吉尔莫自由分享了他的设计专利。19世纪二三十年代其他许多重要的纺织发明也被共享了，但不是全部。马萨诸塞州沃尔瑟姆的波士顿制造公司，最开始申请了几个发明的专利，但很快又将其放弃。输电技术的重要进步在19世纪20年代由公司的首席机械师保罗·穆迪带动起来，被整个行业广泛共享。19世纪30年代，最重要的纺织发明是纬纱叉，它能在纬纱断时自动停止织机。克林顿·吉尔罗伊声称在1831年发明了纬纱叉，但没有申请专利。[注]另一方面，织机的重要附件伸幅器的设计，则申请了专利；然而，这些专利并未产生多少利润。

更为常见的是，这一时期的机械师，形成了一个紧密的关系网社区，积极分享着他们的知识。[注]许多人在关系网内训练他人，有些以熟练工人的身份跳槽以收获各种经验，有些与婚姻或出生相关联。交换知识的优点很容易理解。纺织技术是极其复杂的，有许多建造设备的方法，而过程中的每个步骤，都有许多不同的操作方法。没有一家机器商店只靠自己便能建起世界上最好的设备，并使用最好的技术。因此机械工人会共享知识。安东尼·华莱士将其描述为“机械工人的国际联谊会”：

> 他们经常参观彼此的商店以交换信息，会默默地站着看一台新机器或新流程，推测这一机制的未来。总的来说，他们知道彼此的业务，并会毫不犹豫地相互展现还在孵化期的创新，相信同行会尊重自己的优先权，以及它可能意味着的经济优势。直到发明在联谊会中被公开很多年后，他们才会为其申请专利，申请了的专利有时也不会公布或执行，专利权人相信他的客户会尊重自己的利益，不需要提醒。[注]

分享的收益

在传统的观念中，新成立的公司需要通过专利来防止别人抄袭。然而，威廉·吉尔莫与其他机械师共享了自己的设计，莱曼法官又与其他潜在的制造商共享了它。这一决定降低了价格和利润吗？

至少在二十年时间里没有。机器商店和纺织制造商获取了很高的利益，竞争逐渐将其削弱。第一家使用动力织布机的纺织制造商波士顿制造公司，在前7年中，每年支付12.5%～27.5%的年度分红。其他工厂在19世纪20年代没有支付那么多，但它们仍然支付了5%～14%的分红。机器商店也有利可图，初期赚取了50%的超值效益。到1830年，这一比例有所下降，但他们仍然获得了30%～35%的超值效益。直到大概19世纪30年代末，制造纺织设备的纺织制造商和机器商店才开始出现竞争。

纺织厂之所以获得高额利润，是因为它们的成本远低于市场价格。在早期，这种市场价格主要是由在家里操作手摇织布机的织工决定的，因为动力织布机制造商仅占市场总额的一小部分。然而，到19世纪20年代末，作坊织工已经在很大程度上被取代了，但由于关税正常，一些布仍从英国进口。只有在19世纪30年代中期，动力织布机制造商主导了国内市场时，竞争才开始出现。

新技术用户之间的“温柔”竞争持续了二十年，因为新技术与成本更高的技术共存。只要大部分市场仍由手工织布机织工或昂贵的进口商品供给，增加的动力织布机制造商就不会对价格造成明显影响，在这种情况下，与潜在竞争对手分享技术并没有利益冲突。技术分享反而会扩大新技术的市场份额。在动力织布机制造商之间的竞争终于变得剑拔弩张之前，花了二十年时间。

但如果纺织制造商创造了巨额的利润，为什么没有更多的公司迅速进入市场？一个重要的原因是在实践中学习。获得必要的知识需要时间和成本。最初很少有人知道如何构建、安装、操作和维护新机器。[注] 机械师不仅需要诸如机械学等一般知识，还得学习纺织制造设备的复杂知识。直到1845年，熟练劳动力的短缺还会造成生产延误，这是因为缺乏机械师以及长期的培训需求和经验。管理者也需要精通技术知识。早期，如果一家纺织厂没有自己的机器商店或与外面的商店保持着紧密联系，那它就不能生存。工人的技能同样很重要。如果纺织厂不能吸引和留住刻意在工作中学习技能的工人，那么它们就会倒闭。

早期技术专利的有限价值

新技术与落后的技术共存时，专利价值有限。对于其拥有者而言，专利的主要价值在于不让其他人接触新技术，从而限制竞争。[注]但如果专利所有者的利益并不会因少数竞争对手使用该技术而受损——如同早期的纺织技术，将其他人排除市场外，就没什么意义。但假如专利涵盖了其他人可能会支付报酬的渐进式改进，它可能仍会有些价值。但如果专利的目的是保护创新者不被模仿，那就没有必要在模仿行为还不严重时，花钱来获取专利。

波士顿制造公司开始为其发明申请专利，之后又改变了立场。该公司的弗朗西斯·卡伯特·洛厄尔在吉尔莫之前两年，将第一台商业上获得成功的动力织布机引进美国。吉尔莫的设计被证明更优越，但也只是在很短一个时期内，波士顿制造公司织机依然是主导技术。与吉尔莫不同的是，洛厄尔和他的经纪人帕特里克·特蕾西·杰克逊在1815年为他们的织机申请了专利。该公司杰出的机械师保罗·穆迪，也通过关联设备获得了8个专利。1817年，波士顿制造公司开始提供其设备的设计许可，并开始制造专利织机，以及其他纺织设备。

然而，几年后，波士顿制造公司的情况发生了逆转。1821年之后穆迪没有申请任何专利，尽管他在工厂内部电力传输等领域做出了关键创新。这些创新没有专利，但在行业内迅速扩散，成为所有新厂建设的标准。1823年，除了与其密切相关的公司外，波士顿制造公司停止销售设备和专利许可，在接下来的二十年里，机器商店的经营权只偶尔卖给外人。

为什么改变会朝着这个方向进行？因为专利没有产生更多的利润。波士顿制造公司的专利在织机上使用，只一次性收取15美元的费用。如果波士顿制造公司建起一台专利织机，它能一次获利35美元。但如果把这台织机投入生产，它的年利润总额将超过200美元！织机的一次性专利使用费不到将这些织机投入生产产生价值的1%。波士顿制造公司没有理由让自己的机械师为别人建造织机或支持顾客购买其专利权；这些机械师为波士顿制造公司或它的姊妹公司建造织机会更有价值。所以波士顿制造公司重新规划了方向，不再将重心放在专利上。

这一改变并不是说专利制度就失败了。每台织机15美元的专利使用

费，与19世纪之后几十年专利联营所获得的版税比起来，已经相当不错了。注即使专利使用费涨到两倍或三倍，与波士顿制造公司通过使用这些织机获得的利润比起来，仍然相形见绌。

专利本身和使用专利产生的利润之所以会有差异，和“温柔”竞争的原因一样：缺乏技术和知识渊博的机械师、管理者和工人。另一家工厂可以从波士顿制造公司那里购买织机专利权，但这些专利的价值，只有在工厂有机械师能建造、安装和维护织机，有管理者可以组织生产，有工人可以学会如何有效操作这些设备的情况下才能发挥出来。知识和技能比想法更稀缺。

出于类似的原因，独立发明家可以赚取专利的利润，但这些利润很有限。艾勒·德雷伯发明了一款成功的伸幅器，并为之申请了专利，将其卖给了制造商。但是德雷伯从自己的发明中只获得了一小部分收益，因为与独立发明家比起来，纺织品制造商占据了贸易谈判的有利位置。注

因为专利价值有限，大多数动力织布机的关键创新在最开始的二十年间都没有申请专利。然而，创新者在技术方面做了很大的改进。从1814年到1835年，一名织工织出一码粗布的时间，从40分钟降至8分钟。减少的时间里，只有三分钟——约占10%——归因于专利发明。注

制度改变

到19世纪30年代中期，棉纺织业变得更有竞争力。公司再也不能毫无风险地与竞争对手自由分享知识。从19世纪30年代开始，关于织机发明的专利申请率大幅上涨，并在19世纪之后的几十年一直居高不下。19世纪四五十年代，几乎所有的重要进展都申请了专利。

独立发明家开始扮演起更重要的角色。与纺织制造商谈判的筹码也增加了。同样地，随着专利市场的发展，他们可以启用一个新的策略：开展更大的技术专利授权服务，以阻止可能替代品的进入。他们会申请所有能实现结果的专利，垄断通用技术功能。例如，德雷伯的继任者在19世纪70年代，创建了快速纺锤的专利联盟，并在后来获得了400项附

加专利。1895年，当德雷伯的公司（乔治·德雷伯和儿子创立）推出诺斯罗普自动织机——一种重要的新的纺织技术时，它获得了超过2000项专利，奠定了其几十年的市场霸主地位。因此，到19世纪末，织机专利对所有人开始变得有价值，即使它不能够帮其专利权人建立起先进动力织机市场的垄断地位，也能建起霸主地位。

这和大众对创业企业和专利的传统看法相反。在这一民间史诗中，专利对独立发明家和他们的起步公司至关重要，可以防止因别人复制了他们的想法而导致利润减少。一般认为，专利对大公司来说，价值不大，因大公司有其他的方式保护市场。但在织机技术的例子中，早期的发明家几乎没从专利中收获什么。随后当技术成熟，市场开始出现竞争，知识变得更加标准化后，专利变得有价值，它能帮助一家公司成长为纺织设备市场的霸主。

为什么共享如此常见

这一模式——专利起初不是很有价值，然后变得对公司非常有价值——似乎比传统观念认为的情况更普遍。马克·莱姆原以为对独立发明家的史诗级描述是种迷信。[注]他记载了大量重要和次要的发明，这些发明几乎同时由互不相干的人创造出来。社会学家罗伯特·莫顿认为，在科学上，这种“多重现象”司空见惯。[注]经济史学家乔尔·莫克尔认为多重现象是许多人触及共享知识通用基础的结果。[注]知识共享产生了同步发明。

广泛的知识共享经常发生在重要技术的早期阶段，因为此时它产生的条件很常见。在织机的例子中，允许知识自由共享的关键条件是，在二十年的一段时期内，新的动力织布机技术和旧的替代技术能够共存。这并不罕见。经济学家研究新技术的扩散时，发现新技术主导市场前，常常要经过十年、二十年，甚至几十年时间。[注]在这段时间里，新技术与旧的替代技术共存，而使用新技术的生产商常常能获得高额利润。

但如果使用新技术的生产者能赚取高额利润，那为什么竞争对手不用新技术取代落后的旧技术呢？一定有一些约束条件。对于动力织布机而言，这一约束就是管理者、机械师，以及普通工人要推行新技术所需的技术知识不足。有时其他约束也会发生作用，如特殊矿石等有限的必

要投入。[注]但似乎某些很少的投入，通常是技术知识，也能够让新成立公司赚取利润的条件增多，即使它们要与竞争对手分享知识。

今天，技术知识往往是稀缺的，特别是在技术的早期阶段。尽管以科学为基础的技术已走出大学的实验室，掌握大量隐性知识的顶尖科学家常常至关重要。一系列研究表明，在生物技术和半导体领域，“明星科学家”的亲身参与能显著提高商业化成功的概率。[注]而当大学教学人员参与并瓜分收益时，大学也能获得更多的授权收入。[注]

但是当技术知识匮乏时，即使知识被分享了，刚起步的创新者也能获得利润，因此专利可能没什么价值。今天的自由与开源软件就是这样，因为它在19世纪被应用于许多的新技术。在技术生命周期的后期，专利可以帮助持有人巩固一个或几个公司的市场势力。这曾发生在织机设备、炼钢和数字无线通信上。现在似乎正发生在智能手机上。

产生分享机制的条件也为多元化的商业模式创造了机会。动力织布机的起步企业并不是主要靠专利许可，或是销售独家专利保护产品来赚钱。它们通过这种技术的使用者（纺织厂），或通过承建和安装它（机器商店）来赚钱。

今天，新兴技术的创新者常常通过担当用户、顾问或承包商来从其知识中获得回报，而不是以一个排他的专利权人的形式。有时他们会与政府采购项目合作。更为常见的是，大多数对软件的商业支出，并不是在预先打包好的软件产品上，而在其承包或内部开发上。[注]公司会提供免费的开源软件，比如数十亿美元的红帽公司，即使他们提供免费软件，也能基于其互补性知识而获利。由于新技术的主要好处常常来自使用它的过程，而不是将其卖给其他人的行为，所以许多创新者同时也是使用者，而不是制造商。[注]

技术的生命周期能帮助解释工业革命期间专利作用的疑惑。制度经济学家道格拉斯·诺斯认为，更有势力的财产权，包括专利，是工业革命的必要前提。然而研究此阶段专利作用的学者，却难以找到专利激励扮演过重要角色的证据。这一时期许多重要的发明家并没有受益于专利。[注]经济史学家佩特拉·莫泽发现，在1851年的水晶宫里展览过的发明，只有11%在英国申请了专利，15%在美国。[注]大多数英国专利似乎都来自技术创新相对较少的领域。[注]

一旦我们意识到此时技术知识正处于短缺状态，这一悖论就得到了解决。知识短缺意味着专利通常还不足以产生利润，一些创新者，如第一批纺纱厂的建造者之一理查德·阿克赖特，他从纺纱厂中获得了高额利润，即使不实施专利，也有利可图。阿克赖特在纺丝技术上获得了专利，但在法庭上被宣布无效。

促进分享的政策

鉴于新成立公司所面临的特定条件，什么样的激励措施能鼓励他们创新？通常，专利只能给专利权人带来有限的价值。我们常常听到的，小型创新者只能通过专利来保护利润的说法显然是错误的。当然，专利不一定会妨害技术的起步，尽管有时它们会出现这样的情况，我们将在第十二章讨论这一问题。但除了专利，鼓励知识共享的政策也能促进创新。

独立创新者和公司以各种方式交流技术知识：行业协会、技术出版物、聚会和讨论会、非正式交流、承包、咨询、许可、招聘，以及人才交流。[注]政府政策可以显著影响这些活动的性质和范围，有经验表明，它会对创新发挥很大的影响力。

在20世纪90年代，政治学家安娜·李·萨克森宁开始研究硅谷科技公司和波士顿128号公路高科技园区科技公司的不同命运。[注]在20世纪70年代，这两个地区建立起了大量的新技术公司，涉及计算机、电子、半导体。两个地区都有许多顶尖工科大学扎根，且都在沿海地区，都得益于政府与研发相关的采购项目。然而，在20世纪八九十年代，它们的命运之路走向了两个方向。128号公路高科技园区的顶尖计算机技术公司——DEC公司、DG公司、王安电脑，以及Prime公司——都走了下坡路，而硅谷的公司则欣欣向荣，包括惠普、英特尔、太阳微系统公司，以及赛普拉斯半导体公司。从1975年到1990年，硅谷产生了15万个新的科技工作，128号公路高科技园区只产生了5万个岗位。

基于大量的采访，萨克森宁找到了企业间如何交换知识的关键区别：

> 硅谷形成了区域性的网络型工业体制，能够促进涉及复杂相关

技术专业生产商的集体学习和灵活调整。该地区密集的社交网络和开放的劳动力市场激励着实验和创业精神。企业之间竞争激烈，同时又通过非正式沟通和协作行为共同学习不断变化的市场和技术。[注]

不可避免地，这种模式让人想起了200年前的机械师关系网。与此同时，128号公路却被几家大公司所主导，它们几乎不依赖外部供应商，本身文化中的保密和企业忠诚度等因素限制了与其他公司进行知识交流。知识共享被限制，这让其在适应迅速变化技术的能力上大打折扣。

这一差异在一定程度上是这两个州法律差异的结果。法律学者罗纳·吉尔松和艾伦·海德指出了其在对待就业协议上的重要差别。[注]根据加州法律，阻止一个员工在离开职位后去往同一行业工作的协议是无法被强制执行的。在马萨诸塞州，这些协议经常被强制执行。法律上的这个区别意味着知识共享的一个重要渠道，即跳槽，在马萨诸塞州实际上是关闭的，或者至少是受限的。因为公会鼓励老员工在不同车间工作学习，工人跳槽一直是交换知识的重要方式，尤其是那些通过经验才能习得的隐性知识。后续研究已经证实，在非竞争协议上的执法差异，影响了员工的流动，进一步影响了一系列创新措施。[注]

乍一看，人们可能会认为非竞争协议会刺激新知识的开发——公司可能更愿意在员工的知识上做投资，因为他们不太可能会带着它去竞争对手那里。但出于同样的原因，一份强势的非竞争协议减少了员工自己在新知识上投资的动力。过于广泛的非竞争协议实际上破坏了就业市场，因为它阻碍员工在其他地方的同行业岗位上运用自己的技能。正如第六章中讨论的织工一样，一个繁荣的劳动力市场会让工人从自己在技能和知识的投资中获得最大利益。同时，非竞争协议还限制了早期技术中新知识的诞生，因为它限制了知识共享。[注]

事实证明，知识共享和员工激励往往比雇主激励更重要。[注]研究表明，在那些不执行非竞争协议的州，重要员工的工资更高，他们更可能获得奖金和其他激励薪酬。也就是说，员工更乐意在新知识上做投资。在这些州，企业在每位员工身上会投入更多的资本，进行更多的研发，风险资本投资催生出更多的创业企业、更多的专利，以及更多的就业机会。因为没有会导致在工人知识上做更多投资的强制行为，雇主在

互补性资本和研发上的投资也会增多。而非竞争协议对成熟的公司可能有利，但它抑制了早期技术的发展。

其他法律也会影响员工频繁跳槽，以及知识的交换。例如，如果商业秘密法被运用得太广的话，员工就不那么容易跳槽。[注]商业秘密法对保护雇主在特别秘方上的投资很重要，例如可口可乐的配方或软件程序的代码。但在过去二十年里，商业秘密法在很多州被扩大了，包含了更多的信息，比如员工的技术诀窍以及不会运用于商业的信息。[注]在一些州，在没有证据的情况下，前雇员都被假定会窃取商业秘密——前雇员被阻止到竞争对手那里工作，因为判定他们将“不可避免地”向新雇主泄露秘密信息。这些很像员工非竞争协议的法律，甚至对没有签订这种协议的员工都起着作用。正如非竞争协议一样，有证据表明，商业秘密法的扩大破坏了就业市场，限制了知识交流。当一些州如提到的那样扩大了商业秘密法的范围，技术员工换工作的频率更低，他们的工资降低了，企业也减少了州内研发费用。[注]

最近商业秘密法的扩张显示出了一个更严重的政策倾斜，即以牺牲员工动力为代价加大对雇主的激励。[注]雇主使用非竞争协议和商业秘密法来限制员工权利的规模越来越大。在美国，现在大约一半的技术人员被要求签署非竞争协议。[注]而曾经几乎只有重要的管理人员和技术人员才会签署非竞争协议，现在却连大量的普通工人也要签署，甚至包括瑜伽教练和夏令营教练。[注]此外，雇主更乐意起诉前雇员。涉及非竞争协议和商业秘密法的诉讼案件自2000年以来几乎增加了两倍。[注]

这一倾斜意味着对维持多年的历史平衡的背离。在19世纪初，员工保留他们发明的所有权，除非他们特别签署了合同将专利权授予雇主。到20世纪早期，在没有合同的情况下，法律将专利权默认给了雇主。这在激励雇主对研发进行投资方面被证明相当重要。[注]虽然员工被限制不能将商业秘密泄露给其他公司，但他们可以自由寻找其他工作，而这些工作可能会使用到之前工作中习得的技能。但在过去的二十年里，政策极大地扩大了雇主对员工知识的控制权。

这些政策变化可能对整体的员工流动产生了重要影响。从历史上看，美国人口搬迁和换工作的频率比世界上其他国家更频繁。但是工作流动性在过去的二十年大幅下降。员工换新雇主和换新职业的比率都下降了。[注]当法律限制了工作的流动，他们就破坏了劳动力市场及创造

和传播新知识的经济激励。工人在工作中习得的知识——不管靠自己还是靠与他人交换——对新技术来说都至关重要。政策的倾斜，阻碍了员工行使自己知识的权利，进一步阻碍了受益于新技术的利益流动。

---

1. Bagnall, Textile Industries of the United States, pp..546–550.
2. Chesbrough, Open Innovation.What Chesbrough calls open innovation does not necessarily involve free sharing of knowledge, but could involve knowledge exchange with compensation.
3. Meyer, "Airplane as an Open Source Invention."
4. See an overview by Bessen and Nuvolari, "Knowledge Sharing." Patents are, of course, documents themselves, and so their role is relatively easier for historians to access, possibly giving rise to a biased view of their relative importance.
5. Allen, "Collective Invention."
6. Epstein, "Property Rights."
7. Allen, "Collective Invention"; Allen, British Industrial Revolution; Allen, "Industrial Revolution in Miniature"; Nuvolari, "Collective Invention during the British Industrial Revolution"; Nuvolari and Verspagen, "Lean's Engine Reporter"; MacLeod, Inventing the Industrial Revolution, pp..104–105.
8. Bessen and Nuvolari, "Di.using New Technology"; Mak and Walton, "Steamboats"; McGaw, Most Wonderful Machine; Temin, Iron and Steel; Meyer, "Episodes of Collective Invention"; Thomson, Structures of Change; Wallace, Rockdale.
9. Allen,British Industrial Revolution, pp.68–74; Olmstead and Rhode, CreatingAbundance.
10. VonHippel, "Cooperation between Rivals"; Schrader, "Informal Technology Transfer"; West, "Commercializing Open Science"; Meyer, "Episodes of Collective Invention"; Von Hippel, Democratic Innovation.
11. Wallace, Rockdale.
12. Fritz, Autobiography of John Fritz, p.160.
13. Stephen Wozniak, "Home brew and How the Apple Came to Be," http://www.atariarchives.org/deli/homebrew_and_how_the_apple.php.
14. West, "Commercializing Open Science."
15. Scotchmer, Innovation and Incentives.
16. Patents are not the only means of preventing imitation.Aside from the pharmaceutical and chemical industries, most firms use other means (Levin et al., "Appropriating the Returns").By being first to market with an innovation, they earn pro.ts before rivals can enter.Other times they can gain an advantage through learning by doing: they can maintain a cost advantage relative to rivals with less experience.And big companies often earn pro.ts on complementary products.For example, computer companies once earned pro.ts on the hardware even though the software was copied.Although firms often use alternative means to limit imitation,

copying is still seen as the central concern: if imitation hurts pro.ts, it will reduce innovation incentives.

17. Much of the historical material in this chapter is based on Bessen and Nuvolari, "Di.using New Technology" and "Knowledge Sharing."

18. Gilroy,Art of Weaving, p..416.John Ramsbottom and Richard Holt patented a version in 1834.in England, but they did not patent it in the United States, perhaps because of Gilroy's prior art.

19. Meyer, Networked Machinists; Thomson, Structures of Change.

20. Wallace, Rockdale, p.216.

21. Zevin, "Growth of Cotton Textile Production."

22. The value of a patent is de.ned as including the value of selling the patent to another party, who will obtain value by excluding rivals from the market.

23. The Boston Manufacturing Company did have difficulty enforcing its patents for the double speeder (a machine used for winding cotton prior to spinning), in part because of faulty drafting of the patent.However, the power loom was the key invention, and it appears that the BMC had no difficulty getting $15 per loom for a patent license or $35 gross pro.t on manufactured looms through 1823.The persistence of this royalty through 1823 suggests that the BMC did not experience significant price competition from Rhode Island mechanics using other designs, including Gilmour's.Moreover, the patent royalty of $15 compares reasonably well with the $25 royalty that the powerful sewing machine patent pool was able to charge on a comparably priced piece of equipment.

24. Draper patented this device in 1816 and he obtained a patent on an improved version in 1829.In 1830, Draper's successor licensed the patent and also sold his own manufactured version for $2.By comparison, the loom temple saved cloth manufacturers about $35 each year on each loom in labor costs.As with the power loom, patents captured less than 1 percent of the value created.In a highly competitive market for textiles, a manufacturer without the least costly technology would lose money.Under these conditions, the independent inventor with sole rights to that technology has all the bargaining power and can demand full value.But when competition between the manufacturers was soft, independent inventors did not have as much bargaining power, and bargaining was more along the lines of what economists call a bilateral monopoly.

25. Bessen, "More Machines." The three minutes saved was from the loom temple, for which there were many designs, not all of them patented.Even ignoring the initial power loom invention, the reduction in labor time was about eight minutes per yard, so the majority of the reduction was still from unpatented improvements.

26. Lemley, "Myth of the Sole Inventor."

27. Merton, "Singletons and Multiples."

28. Mokyr, Gifts of Athena, p..101.There are other explanations.For example, common innovations might arise from sharp changes in consumer demand or in the availability of general purpose technologies.

29. For example, Edwin Mansfield, "Technical Change," studied twelve innovations

and only one of them was adopted by most of the firms in less than a decade.

30. See Bessen and Nuvolari, “Di.using New Technology.”

31. Darby and Zucker, “Change or Die”; Darby, Zucker, and Welch, “Going Public”; Zucker, Darby, and Armstrong, “Geographically Localized Knowledge”; Zucker, Darby, and Armstrong, “Commercializing Knowledge”; Zucker, Darby, and Brewer, “Intellectual Human Capital.”

32. Darby,Zucker, and Wang, “Joint Ventures”; Lach and Schankerman, “Royalty Sharing.”

33. Parker and Grimm, “Recognition.”

34. Von Hippel, Democratic Innovation.

35. Mokyr, British Industrial Revolution, p..43; Bessen and Meurer, Patent Failure, pp..77–81.Some, such as Samuel Crompton, did not obtain patents.Others, such as Edmund Cartwright and Richard Roberts, inventor of a successful automatic spinning machine, did not pro.t from their patents.Some others, such as John Kay, inventor of the “.ying shuttle” for weaving, lost money thanks to ruinous litigation trying to enforce their patents.And just a few, like James Watt, made out well.

36. Moser, “How Do Patent Laws Influence Innovation?”

37. MacLeod, Inventing the Industrial Revolution.

38. Cohen et al., “Industry and the Academy.”

39. Saxenian, Regional Advantage.

40. Saxenian, Regional Advantage, pp..2–3.

41. Gilson, “Legal Infrastructure”; Hyde, “High Velocity Labor Market.”

42. Marx, Strumsky, and Fleming, “Mobility, Skills, and the Michigan Non-Compete Experiment”; Fallick, Fleischman, and Rebitzer, “Job-Hopping in Silicon Valley”; Garmaise, “Ties That Truly Bind”; Samila and Sorenson “Noncompete Covenants”; Lobel, Talent.

43. Noncompete agreements may have their most important impacts on investments in knowledge and on knowledge sharing but they also have other effects, including the disclosure of trade secrets to employees and the effect of labor mobility on the functioning of labor markets—in particular, on matching heterogeneous employers and employees.

44. Garmaise, “Ties That Truly Bind.”

45. Png, “Trade Secrets.”

46. These states have confirmed their trade secret statutes with the Uniform Trade Secrets Act.See Samuels and Johnson, “Uniform Trade Secrets Act.” As of this writing, the Uniform Trade Secrets Act has been adopted in most states.

47. Png, “Law and Innovation”; Png and Samila, “Trade Secrets Law.”

48. Other policy changes affecting employee incentives include changes in the assignment of employee rights to inventions unrelated to work and federal criminal prosecution of trade secrecy violations.See Lobel, “New Cognitive Property.” Health insurance policy also affects job mobility and employee incentives.Studies show that

the lack of portable health insurance has created “job lock,” reducing the willingness of talented people to change jobs or start new companies.See Gruber and Madrian, “Health Insurance and Job Mobility”; Fairlie, Kapur, and Gates, “Is Employer-Based Health Insurance a Barrier to Entrepreneurship?”

49. Marx, “Form Strikes Back.”

50. Steven Greenhouse, “Noncompete Clauses Increasingly Pop Up in Array of Jobs,” New York Times, June 8, 2014.

51. Russell Beck, “Trade Secret and Noncompete Survey—National Case Graph 2014 [Preliminary Data], January 7, 2014, http://faircompetitionlaw.com/2014/01/07/trade-secret-and-noncompete-survey-national-case-graph-2014-preliminary-data/.

52. Fisk, Working Knowledge.

53. Moscarini and Thomsson, “Occupational and Job Mobility.” The authors note several other factors that might contribute to declining job mobility, including a reduction in the number of viable occupations due to outsourcing and perceived uncertainty in the labor market.Another possible factor might be the aging of the workforce.However, they argue that this factor cannot explain the decline since the mid-1990s.

第十二章
专利和早期知识

南北战争前，鲁弗斯·波特从事各种各样的手艺活，他经常四处奔走作画。他穿过新英格兰为人绘画肖像，为旅馆和住宅设计装饰壁画，他的一些作品，今天还可以在缅因州布莱顿的博物馆里看到。波特也是一位多产的发明家。他获得专利的发明包括改进的救生用具、自动谷物称重机、鼓风机、搅乳器、冲床、钟表以及蒸汽发动机。他发明了第一把雷管转轮步枪，但没有申请专利，而是将它卖给了塞缪尔·柯尔特。柯尔特向波特支付了100美元的专利费。除此之外波特并没有从他的发明中赚到多少钱。但这对他而言并没有多大关系，因为他致力于“解放劳动力的伟大事业——这是美国所有进步的真正终点，也是美国文明的主要目标”。波特被视为美国人痴迷于发明的一个范例。正如一位英国讣告作家所认为的，波特的例子表明“美国人的真正天赋在发明和机械上……排除时间因素后，看起来似乎发明在美国比在世界上其他地方发展得更蓬勃”。

这种痴迷是波特能获得长时间成功的原因。1845年，他创立了一份针对机械师和制造商的周刊，它被认为是“美国唯一服务于这些阶层利益的出版物”。每期的内容都包含：

> 新发明、科学原理和稀奇的玩意儿。除了最有趣的新闻事件外，还包含机械和其他科学进展，美国等国家的改进和发明，美国专利目录，关于机械学、化学以及建筑学原理的科学论文，各种艺术和交易中有用的信息和指导，有趣的哲学实验，各种情报、音乐和诗歌。

波特将周刊命名为“科学美国人”。虽然他很快就将其卖掉了，但周刊的发行是成功的，因为当时整个美国对发明很痴狂。机械师、制造商和农民都想跟上最新的技术进步和科学发展。许多人和波特一样，也是发明家。

专利在发明的大众文化中扮演了重要的角色。随着操作机械设备所

需的知识和技能变得标准化，大量的人可以进行技术创新。他们很容易获得专利，因为申请专利的费用相对较低，并且过程也不复杂。经济史学家佐里娜·卡恩认为，美国的专利系统让民众的参与相当便捷，能够帮助培养小的发明群体的创造性。[注]19世纪后期，发展出了针对发明的活跃市场，它允许独立机械师和农民出售自己的专利，也允许独立发明家开设新公司。[注]这一专利系统激励了这些发明家，同时也因其通过官方语言记录发明，并将这些记录公之于众，而在技术知识标准化和传播的过程中发挥了重要作用。这些发明家和他们新成立的公司发明了推进诸如纺织等的新技术。靠着美国创新独特的优势，小发明群体推进了早期技术进步；尽管并不是所有的发明者都使用专利，专利依然是这一优势的一部分；一些小发明家如波特，赋予了专利更高的价值。

看起来很奇怪的是，如今的软件开发人员——就相当于过去的机械师——态度截然不同。调查显示，他们中绝大多数反对软件发明专利化。[注]硅谷的软件开发人员公开反对自己的雇主最近的发明专利诉讼。[注]一家公司甚至开始签署一份与工程师的协议，表明只“防御性”地使用他们的专利。在这个重要的新技术领域，这一被普遍认为是发明家的阶层，现在却反对专利。看来在信息技术中，专利不能再推进早期技术。专利曾帮助大量的小发明群体，而现在它似乎只对大公司有益，对小公司甚至有害。专利是如何从起步阶段创新者的朋友，变成关键技术的敌人的呢？

专利流氓和小公司

Webtech（我更改了公司的名字以保护其隐私）成立于20世纪90年代，它为客户在特定的利基市场中提供基于网络的业务解决方案。Webtech的业务是针对这一利基市场的需求，向网页程序员提供他们日常可用的工具和方法。它试图“建立起客户的需求”，开发各种详尽的应用知识，这也是本书的主题。

这一方法取得了成功：该公司在过去的十年中员工增至近200名。这一业绩如今受到了专利的威胁——更具体来说，是专利制度的滥用。在过去的两年半里，所谓的专利授权公司，即常说的“专利流氓”声称，Webtech有7项专利侵犯了专利授权公司或其客户的权利。这些专利流

氓，获得专利的唯一目的就是从营业公司那里抽取专利使用费。这些专利覆盖了网站的常用功能，比如与主题相关的地图——虽然公开可用的地理信息系统自20世纪70年代后期便有了相似的功能。专利流氓还利用这些专利压榨其他许多公司，在某些情况下是好几百家公司。这些专利似乎看起来不痛不痒，但在法庭上和不痛不痒的专利作对，往往会花费数百万美元的法律费用。

Webtech已经汲取了巨大的教训。专利主张消耗了大量的管理时间，很大程度上让人心力交悴。Webtech已经失去了两单百万美元以上的合同——每单都能提供7到9个高薪工作——因为它不能保护其客户不被专利流氓起诉。Webtech还得做好心理准备，可能会万不得已放弃整条产品线。如果专利流氓坚持索赔的话，还得裁员。专利似乎并没有激励新成立的公司，反而拖延了它的成长。

阻止新公司成长

Webtech的遭遇并非罕见。法学家科琳·简对科技初创公司做了调查后，得出以下结论：

> 尽管（专利流氓的）诉案通常被称为“妨害诉讼”，这一研究最重要的发现之一是，在被调查的小公司中，许多公司称受到过一次或多次严重的操纵性影响。收到专利权主张告知，对于预筹基金的公司来说，简直就像听到了“丧钟”。“没有人愿意在一家创始人的时间和投资者的资金都将被专利流氓压榨的公司上做投资。”一位被采访者表示。
>
> 在那些收到过专利流氓专利权主张的被调查者中，40%称都受到了严重的操纵性影响，我认为这会导致：取消商业战略支点、业务/业务线，推迟完成初期业务目标的时间，并且（或）减少该公司的价值。注

一些创业企业据称放弃美国市场而选择了其他国家，另一些因为专利流氓的主张陷入了严重的财务危机。这些损失还会反映在实际收入上。麻省理工学院经济学家凯瑟琳·塔克仔细研究了一例针对医学成像技术公司专利诉讼的影响。注塔克发现，在两年的诉讼期内，这些被起

诉公司的医学成像事业部损失了30%的收入。此外，它们还推迟了新产品的更新和创新改进。

这些例子并不是孤立的。在过去的十年里，由专利流氓申请的诉讼数呈指数级增长。2011年，2150家独立公司被迫发起5842起针对专利流氓诉讼的辩护。调查显示，这些辩护造成了290亿美元的直接损失，包括律师费以及和解费用。[注]这个数字还不包括终止业务、延迟创新和产品推出、管理层变动所消耗的直接成本，以及其他间接成本。这些成本损失，可以通过一个上市公司在经历了专利起诉后股价下跌导致的财富缩水来粗略估算。一些估计显示，专利流氓诉讼所损耗的总成本，至少是直接成本的两倍。[注]

客观地看这些估算，其所消耗的直接成本占了企业研发经费总额的12%左右——美国商界2009年在研发上花费了2470亿美元。如果算上间接成本的话，占比将增至20%甚至更多。此外，这些成本难以避免。很少有被告真的抄袭了原告的发明；在某种程度上，他们确实侵犯了专利，但他们是无意的，因为这些专利的界限往往不清楚（看看软件专利的部分）。[注]这实际上意味着专利流氓对研发经费征收了10%~20%的税；公司希望在创新上进行投资，就无法躲开专利流氓，就得将这笔多余的经费算进投资预算中去。因此，公司不会在研发上投资那么多，并且可能完全不会投资那些会带来边际收益的项目。如此数量的税收给创新者增加了很大的负担。结果是更少的投资，更慢的增长，以及更少的工作。

此外，这一税收对小型创业企业来说比例过高。虽然老牌大企业承担了这290亿美元成本的大头，但小公司因本身的规模小，负担反而更大。大多数被专利流氓瞄上的公司都很小——中间等级的被告年收入只有1030万美元。对比小公司所支付的律师费、和解费用，它们的年收入，实际损失比大公司损失大得多。实证分析表明，诉讼会对小公司的研发支出产生重大影响。受制于范围扩大的专利诉讼，小企业急剧减少了与销售有关的研发费用。[注]

此外，新的证据表明，这一诉讼减少了风险投资人的投资及新公司的数量。一项针对风险投资人的调查表明，74%的风投称诉讼会对他们的投资组合公司产生重大影响，所有风投都表示专利律师函会影响他们的投资决定。[注]大多数风险投资人称，他们的投资组合公司花了超过

10万美元来处理每封律师函。一项计量经济分析得出：频繁的专利诉讼（主要通过专利流氓）在5年内会造成220亿美元的风险资本投资损失。[注]此外，该分析还估计，因为专利流氓和其他人过度提起的专利诉讼，这5年还减少了12600家新公司的成立。

如今专利能让新公司获益多少？

如今，专利并没能刺激投资创业及随后的就业增长，反而阻碍了很多新公司的创新。但专利会带来什么好处？当然，一些科技创业企业可以利用专利来获得商业化协议或融资。专利是有价值的，甚至对一些创业企业来说非常重要。

在关键的信息技术行业，大多数企业不能从专利中获益。原因很简单：它们没有获得专利。[注]2006年，只有12%的新上市软件公司（上市不到5年）有专利。2008年的一项调查显示，61%的科技初创公司从来没有申请过专利；在软件行业，76%从未应用过专利。[注]

但也有例外，在某些行业，如生物技术和制药行业，更多的初创公司获得了专利。[注]专利在这些技术应用中往往更有效，因为它们的定义更明确（参见下面关于“模糊界限”的讨论），它们引发的诉讼更少，能更直接地应用到公司的实际产品中去。由风险投资人资助的科技初创公司也更倾向于申请专利，尽管它们更有可能被专利流氓起诉。[注]一项针对12000家获得风险投资的初创公司的研究表明，它们中1/3已经申请了专利。[注]有些人认为这是专利能帮助企业获得融资的证据。但显然，专利并没有帮助软件公司从股市募集到资金。这些研究样本中，只有19%的公司在募集到风投资金前是获得了专利的。[注]不管怎样，专利确实对获得资金有帮助，尽管这些帮助也许很微小。大多数软件初创公司都没有获得专利的动力。

阻碍专利对小公司产生价值的一个因素是专利法的日益复杂。在鲁弗斯·波特的时代，美国专利系统的优越性在于其方便可得。它的费用很低，发明家自己就可以起草专利法，执行起来也不贵。今天的专利法非常复杂，很少有发明家可以在不需要律师的帮助下，起草一个有效的专利草案。鲁弗斯·波特要做的，只是简单描述一下发明的新颖之处在哪

儿。今天的专利法起草者擅长设定内容边界，必须熟知案例法晦涩难懂的规则，比如“包含”和“组成”之间的关键性区别。[注]专利法的繁复让过去20年法律文书的页数和针对专利索赔的案例数量翻了一番。今天的专利变得更昂贵了。虽然今天的技术更复杂了，但并不是所有发明都变复杂了。然而，专利却更复杂了，也许是因为激进的律师行业长久的影响，在一些具有代表性的专利上，执行专利诉讼的成本已飙升至超过100万美元。一些诉讼花费更多。毫不奇怪的是，在19世纪，大多数专利被授予个人发明者，而今天只有约10%授予个人。流向“小型实体”——个人、小公司及非营利组织——的分成也减少了，降至20%以下。[注]

一些评论家认为，专利流氓在小型发明实体克服这些问题时伸出了援手，它们帮其实施专利。专利流氓声称，它们会通过支付专利使用费或干脆将专利买下来的方式，给新成立公司的创新以回报。所以专利流氓索取到的290亿美元成本，一部分流向了专利的最初拥有人。

但事实表明，这一好处是雷声大雨点小。专利流氓使用的专利，大约只有一半最初是由小型企业或个人申请的。[注]此外，专利流氓收集的上市资金，只是很少一部分——不超过5%——以版税或收购费用的方式支付给了小型创业企业或个人。[注]毫无意外，加州大学伯克利分校一项调查研究显示，受访者认为专利使用费对获得专利的影响微乎其微。

此外，专利不一定是那种催生创新、就业，以及经济增长的类型。有些是试探性的，独具匠心的专利撰写，它使用模糊语言使得评审团可能会将其解释为涵盖范围较宽的技术。例如，7222078号专利：“收集网络单位商品信息的方法和系统”，它被一家名为Lodsys的公司拿来主张成百上千个智能手机应用程序开发人员对其进行支付，尽管没人知道“网络单位商品”是什么。除去如此极端的例子，大部分专利流氓所主张的专利都非常旧——一项研究表明其发明时间平均为12年，许多技术在这段时间里都可能被淘汰，而且其效果也让人存疑。一些研究表明，专利流氓诉讼相比其他专利诉讼，在审判中更容易输，或更容易作废。[注]这意味着持有这些专利所收到的回报，与鼓励创新刺激经济增长的目标没什么关系，反而可能会刺激产生更多的试探性专利撰写。这些专利常常是那些早已失败的创新取得的，但它们的定义涵盖了随后开发的技术。可悲且讽刺的是，被起诉的正是那些努力使该技术取得成功的公司。创新

者往往被起诉。19世纪的专利是为标准化和知识传播服务的，今天太多的专利只是法律上的东拼西凑，对促进技术知识没什么帮助。

信息技术上大部分的专利都由大公司，而非创业企业取得。例如，在上市软件公司里，十家巨头获得了81%的专利。[注]这些公司很可能是专利的主要受益者。事实上，从事智能手机业务的大公司无所不用其极，争相获取新专利，以加强其在未来的法律纠纷中讨价还价的能力。正如我们在第十一章中所看到的，成熟技术行业的大公司，能通过专利实现价值。这就是为什么它们要申请那么多专利。不太清楚的是，授予大公司的专利是否能以别的方式刺激创新，造福社会。过去的例子表明，专利可能会帮助大型企业获得市场主导地位，但这对创新不一定是好事。米歇尔·博俊和戴维·K.莱文认为，越来越多的垄断不利于创新。[注]这个问题已经超出了当前讨论的范围。

软件专利：法官导致动力缺失

为什么专利流氓让新成立公司付出的代价更大？部分原因是相比成熟的公司，创业企业往往处于弱势，因此更愿意解决问题。同时，许多创业企业使用信息技术，而如今持续增多的专利流氓异常关注信息技术。不同的统计，结果略有不同，但专利流氓75%至94%的诉讼都是关于信息技术的。专利流氓专注于信息技术的原因是，许多信息技术专利“界限模糊”——它们使用模糊的术语，进行抽象的索赔，或描述一般功能而不是具体技术，使得功能的专利生效。它们的范围因此得以延伸，可以主张比发起者实际上的发明多得多的技术。在诉讼中，软件专利数是化学成分专利数的4倍；更有可能被起诉的商业方法专利数，是化学专利数的14倍。[注]在软件专利上，法官更容易做出不同的诠释，部分原因是这些模糊的界限，软件专利不是真的创新的可能性更大。[注]

在我与迈克尔·穆尔合著的《专利失败》（*Patent Failure*）一书中，我们探索了为什么信息技术专利往往“界限模糊”。最重要的原因是20世纪90年代开始的一系列法律变化，它使得信息技术专利的获得更加容易。1994年以前，大家都认为，你不可能获得关于大多数软件算法或大多数商业方法的专利。但受理专利案件的主要法院——联邦巡回上诉法

院——希望扩大专利在这些新技术领域的应用。

1982年，美国成立了联邦巡回上诉法院，以简化专利上诉。在美国法律中，这是一个独特的组织：它是唯一一个在法律的特定领域有专属管辖权的上诉法院。一些法律学者认为，这种机构安排使法院成为专利的积极支持者，目的在于扩大法院在社会中所起的作用。注

法院的确也表现得像个支持者。在20世纪90年代，联邦巡回上诉法院移除了申请软件和商业方法专利的障碍，它撤去了要求软件专利详述具体实施方法的要求，并允许为思维过程申请专利。这些变化导致软件和商业方法专利的大幅增加。自联邦巡回上诉法院成立以来，专利诉讼的数量以每年增加6倍的速度上涨，且这一统计数据还相对保守。因为有专利流氓，被起诉的公司数量也大幅增加。

图12.1表明，专利诉讼的问题越来越严重。注而伴随这一现象的是美国创新的危机。

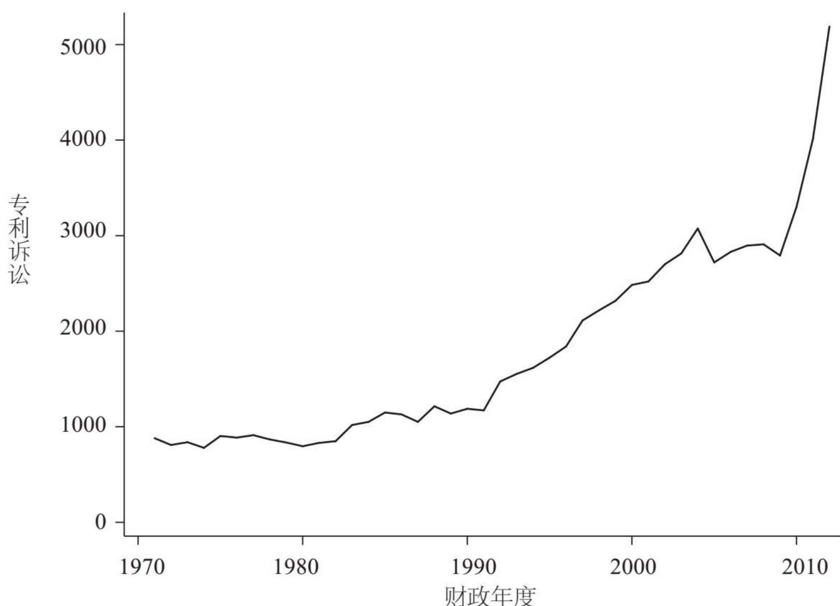


图12.1 美国联邦地方法院的专利诉讼数

资料来源：美国法院行政办公室统计分析表， http://www.uscourts.gov/Statistics/JudicialFactsAndFigures.aspx

导致这个问题出现的政策变化各式各样，而且和专利法一样复杂。扭转这一趋势所需做出的改变同样复杂。它们可能包括：

•恢复对抽象概念专利的限制条件。在过去，这些限制条件限制了软件、商业方法、精神概念上的专利数量。最近，最高法院在这个问题上的裁决推翻了联邦巡回上诉法院的做法。还有待观察下级法院将如何回应，这可能会导致成千上万个专利失效。

•改变专利法条文。限制专利的解读范围，并要求专利权人展示具体技术以获得专利。

•更严格的标准。细微的改进不得授予专利。

•禁止专利使用模糊的语言或主张一般功能，而不是实际的技术解决方案。

•在专利有效期内的最后十年或十五年征收更高的专利维护费。这一变化将减少一些技术领域的专利，因为它会让低价值的专利自然淘汰。

可能所有这些措施都会被用到。但除非实质性的改革落实到位，否则不可避免的危机很可能会激起强烈反抗，极大改变目前的专利制度。

早有先例。在19世纪晚期，铁路公司、农民等其他团体被“专利鲨鱼”团团围攻，这些“鲨鱼”的行为很像今天的专利流氓。最终爆发了对抗过度专利制度的运动。在美国，最高法院遏制了专利法，美国专利局限制了有问题的设计专利。其他国家对专利的反对更强烈。在英国，议会对是否取消专利制度进行了激烈辩论，但最终只做了重大改革。荷兰则完全废除了专利。

我们还没有陷入那样一个危机，但有迹象表明已经出现了反对行为，我们将在第十三章中讨论。曾经能够激励普通人进行发明创造的专利制度，如今却成为创新者和创业企业的障碍。改变正朝着错误的方向前进。

---

1. Houze, Cooper, and Kornhauser, Samuel Colt.
2. Porter obituary, Scientific American, November 8, 1884.
3. Rufus Porter, Scientific American 1, no.1 (August 28, 1845), p..1.See http://en.wikisource.org/wiki/Scientific_American/Series_1/Volume_1/Issue_1 /Front_page.
4. Khan, Democratization of Invention.
5. Lamoreaux and Sokolo., “Inventors, Forms, and the Market.” Note that a popular culture of invention also developed in Britain, despite its more expensive and cumbersome patent system.See MacLeod, Heroes of Invention.

6. Oz,“Acceptable Protection”; Samuelson, Denber, and Glushko, “Developments on the Intellectual Property Front.”

7. For example, see Andy Baio, “A Patent Lie: How Yahoo Weaponized My Work,” Wired, March.13, 2012,http://www.wired.com/business/2012/03/opinion-baio-yahoo-patent-lie/.

8. Chien, “Startups and Patent Trolls.”

9. Tucker, “Patent Trolls.”

10. Bessen and Meurer, “Direct Costs.”

11. Bessen, Ford, and Meurer, “Private and Social Costs.”

12. Cotropia and Lemley, “Copying.”

13. Smeets, “Does Patent Litigation Reduce Corporate R&D?”

14. Feldman, “Patent Demands.”

15. Tucker, “E.ect of Patent Litigation.”

16. Bessen, “Generation of Software Patents.”

17. Graham et al., “High Technology Entrepreneurs.”

18. Three-quarters of the biotech start-ups responding to the Berkeley survey had patents, for example.

19. Graham et al., “High Technology Entrepreneurs,” p..1318.

20. Kravets,“Do Patents Really Matter?,” used matching software to identify firms in the TechCrunch database of start-ups that had published patent applications in the U.S.Patent O.ce database.It is possible that missed matches might cause the estimate of those with patent applications to be understated.Other studies have used surveys of venture-backed firms, but these studies suffer from possible response bias.Mann and Sager, “Patents, Venture Capital, and Software,” found that 24 percent of venture-backed software firms had patents.Graham et al., “High Technology Entrepreneurs,” found that 67 percent of venture-backed software firms had patent applications, as did 96 percent of venture-backed biotechnology firms.However, the sample of venture-backed software firms used in this study was small, possibly making the estimate unreliable and explaining why it differs from the other studies.

21. Venture funds appear to be mainly motivated here by “salvage value.” That is, they want their funded companies to get patents so that if the company fails, the patents might be sold o.to recoup some small portion of the venture capital investment.Some people argue, instead, that patents help a start-up “signal” its quality to potential investors.The idea is that investors lack information about which start-ups have highquality technology, and a start-up with a patent might appear to have better technology.This factor seems to have limited explanatory power, however, in software technology.It seems that the majority of start-up patents are.led for after a firm is funded.Such signaling is apparently not important for investors in public equity markets.And it appears that, to some extent, venture funds looking for patents have been something of a fad—much of the activity seems to be concentrated among some of the most riskaverse funds, such as corporate venture funds, and the percentage of start-ups obtaining patents appears to be declining in recent years

(Kravets, “Do Patents Really Matter?”).The value of signaling might be greater in biotech, where obtaining a patent is more central to the prospect of commercial success.

22. The list of permissible elements after “comprising” might include some elements that are not recited in the patent claim, while the permissible elements listed after “consisting of” constitute all of the possible elements.

23. Dennis Crouch, “Small Entity Status,” Patently-O(blog), February 12, 2013, http://www.patentlyo.com/patent/2013/02/smallentitystatus.html.

24. Risch, “Patent Troll Myths.”

25. Bessen and Meurer, “Direct Costs.”

26. Love, “Empirical Study”; Allison, Lemley, and Walker, “Extreme Value”; Price-WaterhouseCoopers, “Patent Litigation Study.” Two researchers found that, nevertheless, some patents acquired by trolls had some indications of being good quality (Fischer and Henkel, “Patent Trolls on Markets for Technology”).

27. Bessen, “Generation of Software Patents.”

28. Boldrin and Levine, “Case against Patents.”

29. Bessen and Meurer, Patent Failure, p..191.

30. Miller,“Do ‘Fuzzy’ Software Patent Boundaries...?”; Miller, “Where’s the Innovation?”

31. Nard and Duffy, “Rethinking Patent Law’s Uniformity Principle.”

32. Moreover, the increase in the number of patents granted does not account for the increase in litigation.The number of lawsuits.led per patent within four years of the patent grant has tripled since the 1980s.Note also that the upward spike shown for the year 2012 is related to a change in the law.Beginning in 2012, the law made it more di.cult to sue multiple defendants in one lawsuit.Because patent trolls tend to sue multiple defendants—sometimes over 100—in a single suit, the data for the years immediately preceding 2012 understate the number of defendants.

33. Alice Corp.v CLS Bank International, decided June 19, 2014, no.13-298.

34. Magliocca, “Blackberries and Barnyards.”

35. Machlup and Penrose, “Patent Controversy.” This action apparently did not deter innovation in the Netherlands (see Moser, “How Do Patent Laws Influence Innovation?”).

第十三章
技术知识的政治经济学

最后五章谈到的政策，一直在往错误的方向发展。我们不仅没有激励新技术知识的广泛传播，反而让过渡到新一代技术的过程变得更加困难：

> 款项已不再拨向职业教育和社区大学，而大量工人可以在这些机构获得宝贵技能。
>
> 受职业许可限制的培训和工作快速增长，给了中等技术工人机会，并且在许多情况下，限制了他们使用新技术。
>
> 军事采购偏好大型国防承包商，而不是大学的研究人员和新成立公司，而高度保密的要求限制了开放标准的发展和知识的广泛共享。
>
> 职业流动性减缓，限制了知识共享，使得劳动力市场疲软，原因也许是内容扩展后的商业秘密法和专利法。
>
> 滥用专利诉讼数呈爆炸式增长，这让创业企业和小型企业开发新知识更难。

看起来，似乎导致这些趋势的政策只是方向错了。但这样的判断过于简单，因为针对特定技术的最佳政策还取决于技术是新兴的还是成熟的。例如，职业教育特别有利于成熟的技术，但对于知识还没有标准化的早期技术却没什么用；相反地，通识教育在早期阶段会更有价值。

技术生命周期的改变，意味着政策变化对不同群体和公司的影响是不均衡的。技术知识是财富的源泉，它可以帮助一些利益集团，也会伤害另一部分人。因为各种团体在与知识相关的政策上的受益点不同，他们会采取政治行动来让政策偏向自己的利益。换句话说，存在一种知识的政治经济学。

出现在技术知识生命周期内的政策冲突，让使用新技术的利益团体与使用成熟技术的利益团体出现矛盾。然而使用成熟技术团体的政治影响力往往大于发展中的新团体，由此导致的政策倾向往往会抑制国家的

经济增长。这一倾向甚至有助于解释为什么一些发展中国家会陷入“中等收入陷阱”，限制了自己开发新技术的能力。

技术知识的两面性为政策制定者们提出了一个难题。最理想的政策应该是灵活的，能适应所有情况。均衡的经济体系应包含成熟的技术，它能在大范围内被使用，创造就业机会和利润。该体系还应包含发展中的新技术，它能为未来的工作提供机会和利润。然而制定一个平衡政策是很困难的。即使各方面条件稳定统一，监管者和立法者要运用好政策就已经很困难了，当条件随时间和不同行业变化而改变时，政策执行肯定变得更加困难。保持政策的平衡是至关重要的。

在美国历史的大部分时间里，它一直能够相当不错地平衡这些相互竞争的利益，实现一个高度创新的社会。但正如第八到第十二章分析的那样，过去的几十年，一些领域的政策似乎偏向错误的方向。虽然这些变化有各自的驱动力，但它们都有一个共同点：金钱在政治中发挥了很大作用。如果有缺陷的政治体制将政策推向损害早期技术发展的方向，那么工资停滞不前，过去几十年经济增长放缓，在未来一段时间内还可能与我们如影随形。

日本软件初创公司的艰难战役

想想一些国家在试图开发一个软件行业时的困难。软件公司通常可以从小投资开始。许多新成立的公司开始时只有一个或少数几个开发人员，资源也少得可怜，比如马克·扎克伯格创立的脸谱网。鉴于软件行业简单的市场准入，美国为何能主导世界软件行业似乎令人费解。到处都有聪明的开发人员，互联网允许他们沟通学习，甚至还能将产品远销海外。人们可能会认为，哪儿都可以开软件公司。然而十大软件公司中有8家都在美国，250家顶尖ICT（信息通信技术）公司，116家都在美国，日本位居第二，拥有39家ICT公司。[注]

美国与日本的对比引人注目，因为日本有如此大的ICT产业以及如此多的工程师。在主要发达国家中，日本在ICT上的研发支出占了22%（美国占43%），而且它的电脑公司一直走在技术前端。然而，日本的软件行业是没有收益的，在对外贸易中毫无竞争力。[注]一些经济学家把最近日本信息技术产业的日薄西山归结于软件创新日益增长的重

要性以及日本软件行业的疲软。日本擅长知识高度标准化的成熟技术，比如电脑；而在新兴的和快速迭代的软件技术方面，它落后了。

这并非偶然。一些专家认为，能够使一个领域取得成功的政策偏向，会造成其他领域的薄弱：“专注于计算机硬件性能发展的国家政策，将力量用在了主机开发上，这些政策的成功，导致了日本国内软件市场的分裂和定制软件的主导地位。”这些情况让创业企业难以进入打包软件的市场。虽然日本的软件工程师可能开发出创新产品，但他们面对着将其推向市场的阻力。日本在新兴技术方面的落后，是因为政策驱使它在一个成熟的技术上取得成功。

为什么会这样？大型计算机产业是日本国际贸易与工业部（以下称MITI）试图推进的战略性产业之一。在20世纪60年代早期，IBM日本分公司占有了日本70%的电脑市场。IBM被要求将其专利许可授权给日本公司，否则它不能在日本建子公司。20世纪60年代末开始，MITI试图激励日本国内的计算机制造商挑战IBM日本，目标是最终成为成功的出口商。MITI向这些企业提供贷款和补贴，资助重要的合作研发，限制进口，对引进技术征收关税。在20世纪70年代早期，为了减少竞争，增加日本国内计算机制造商的利润，MITI将它们分为了三组，每组都限制在一个特定的细分市场里：富士通和日立重点开发大型计算机，NEC（日本电气股份有限公司）和东芝开发小型和中型机，三菱和冲电气的重点是专业的科学和工业机器。这个非凡的政策创造了一个日本国内计算机的能动性产业，里面包含了几家可以在日本国内外挑战IBM的大企业。

20世纪60年代，IBM360大型电脑的成功使计算机技术高度标准化，而上述政策虽然使得日本在计算机技术上迎头赶了上来，但当涉及新兴的软件技术时，这些由政策催生出的公司和机构却成了负担。首先，真正的独立软件公司相对较少，因为软件厂商与电脑厂商或其主要客户关系密切。最初，电脑制造商认为软件是“无可避免之灾祸”，常常与硬件捆绑在一起。与此同时，客户被期许开发自己的定制软件。其中一些内部软件开发组织是独立的，但它们仍然与供应商或客户密切相关。只有约1/3的日本软件公司是独立的。相比之下，几乎所有的美国软件公司与硬件公司都只保持正常关系，造成这一结果的部分原因是美国的反垄断法。

其次，鉴于这种产业结构，计算机公司几乎不会想要去协调全行业的标准，因为它们能有效地控制自己的软件和分销渠道，而通用标准可能会削弱这种控制力。[注]因此，软件开发商必须为每个制造商的硬件编写专业代码。这实际上让打包软件的市场支离破碎；不出意外的是，日本的软件主要是为个人用户编写的定制软件。此外，标准化的缺乏阻碍了软件用户和开发人员之间技术知识的大规模发展。MITI资助了一些项目来促进生产共同标准，但这些努力已经无法克服市场的碎片化。

最后，日本创新体系的其他特性加深了对新成立公司的偏见。在日本，风险资本是有限的，更多的是面向债券而不是股票，相比刚成立的公司，成熟的公司更能受益。能力高度纯熟的技术人员，也更多地存在于大公司的终身雇佣制中，创业企业很难招募到人才，技术劳动力市场也更难发展。[注]

这些因素的净效应便是限制了日本的打包软件市场，推迟了标准化，使创业企业难以进入市场。发展一个主要由与软件供应商垂直一体化的几大硬件公司主导的市场，是挑战IBM的有效方法。但这种策略使它很难建立起打包软件的共同标准以及有竞争力的市场。政策对于大型企业的支持倾向似乎很难矫正，部分原因是这些企业的政治权力。例如，反垄断政策似乎不太可能使软件公司真正独立。在围绕定制软件和紧密垂直关系建立起来的行业里，做出改变很困难。例如，没有一个健全的打包软件行业，风险投资家的投资机会有限。这些机构，再加上日本的企业文化，加深了政策倾斜。[注]

向大型计算机公司倾斜的政策不会影响所有行业。在其他技术行业，如计算机控制机床方面，日本在早期创新阶段就已经出类拔萃了，而彼时美国的努力还没有取得成功，部分原因是国防部的限制性政策（见第十章）。

日本在信息技术上不平衡的政策一定程度上是历史的产物。正在迎头奋进的国家可能会自然而然地引进成熟技术，并改变政策来促进国内产业取代这些引进技术。1792年亚历山大·汉密尔顿为支持“幼稚产业”而征收关说的论点也是出于同样的理由。但成熟的技术通常都有大规模的生产和显著的规模经济。发展这些行业可能会使立场偏向一些大公司。这种不平衡的政策可能会限制一个国家未来发展早期技术的能力。也许这就是为什么许多发展中国家会经历“中等收入陷阱”：在成熟技术的基

础上，它们能够发展到一定水平，但要跨入技术前沿却面临不小的挑战。[注]

不管怎样，日本软件行业的例子表明，一个偏向既定利益的不平衡政策会抑制新兴技术的发展。

灵活的美国创新体系

不是所有发展中国家的市场最终都只由少数几家大公司主导。美国自身就是第一个迎头奋进的发展中大国，当时主要是和英国进行技术竞争。在20世纪的大部分时间里，美国能够发展和维护一个平衡、灵活的政策，能同时支持成熟的行业和新成立的企业。最近的发展似乎破坏了这种平衡。

美国遵循了汉密尔顿的建议，为棉纺织品和钢铁等制成品提供贸易保护。19世纪上半叶，关税导致进口商品的价格提高了25%，在某些情况下更多。这一政策促进了美国国内产业的发展。经济史学家已经发现，关税在最初阶段可以促进国内棉纺织业的发展，这得益于通过实践来学习，虽然该行业过了“幼稚期”后仍征收了很长时间关税。[注]对钢铁和棉纺织品征收关税非常重要，因为它为促进这些行业知识的广泛共享创造了条件。由于这种保护，美国棉纺织品和钢铁的生产率后来居上，超越了英国的生产率。

尽管美国的政策并不是主动要建立一个大公司群以挑战英国的霸主地位——当时英国公司本身就不是特别大——大公司还是在一些行业中出现了，在这些行业里，规模经济占据了很大优势。[注]通过合并和收购，美国钢铁公司在1901年创建。这一“钢铁托拉斯”的钢产量占了美国钢产量的2/3，是世界上最大的钢铁生产商。在关键行业占统治地位的公司形成了联合企业，它们能提高价格，限制生产。

这些大公司肯定有政治影响力。第九章阐述了大型钢铁厂的持续影响力，尽管与一个世纪以前相比，钢铁行业的经济意义削弱了很多。但它们的权力并未受到影响，也许是因为美国政治利益的多样性。19世纪末和20世纪初的反补贴政治运动，包括进步运动和工会的兴起，都挑战着大公司的影响力。例如，它们促成了反垄断法的立法，迫使1911年标

准石油公司被拆分。

20世纪出现的政策组合具有独一无二的灵活性。它鼓励那些小型创业企业使用新兴技术，也鼓励成熟技术的发展，其中的标准化知识能让老牌大企业有效利用规模经济。最后出现的政策平衡和一系列支持机构，形成了一个高效的“国家创新体系”。[注]企业管理学者戴维·莫厄里和亨利·切撒布鲁夫强调了美国系统的一些鲜明特点：[注]

•在20世纪初，直到20世纪80年代，美国反垄断法都非常严格。此外，与日本和欧洲许多国家不同，政府没有选择让特定的大型企业发挥特殊作用。美国的政策限制了大企业不公平地阻止创业企业进入行业的能力。但总的说来，它没有组织公司大规模的生产，以实现生产效率。

•在美国，公司与供应商、客户，以及互补产品的制造商之间维持着正常的关系。其他国家却不一定是这样。例如，日本的软件公司经常与硬件公司和主要客户保持着密切的关系，包括共享所有权。美国之所以特别，部分原因是其商业文化常寻求多源供应，还有部分原因是反垄断法。反垄断机构迫使发明了半导体技术的美国电话电报公司远离商业半导体市场，将其技术以很低的特许使用权费大量发放。IBM被迫从其大型计算机上解除了外围设备。[注]这些行动使得各种各样的参与者可以进入到这些新兴市场来[注]，并鼓励开发了一个独立的市场和通用标准。

•美国鼓励企业间相对简单的员工流动。在19世纪早期，有技能的移民劳动力往往对新兴技术的发展来说很重要。行会制度没有为交易的进入设限，而且，正如我们所见，国内早期机械工人之间的流动推动了知识交流。在今天的美国，专业技术职业人员的流动性要比日本频繁。[注]劳动力流动促进了知识共享，对健康的劳动力市场至关重要。

•经济史学家佐里娜·卡恩认为，19世纪美国专利系统是非常民主的，它允许普通机械工人和农民也能负担得起专利保护。[注]在其他国家，要获得专利是需要很大开销的，有时需要游说，以使利益偏向富人和名门望族。美国的系统为个人和创业企业提供了一个重要工具。

•在19世纪和20世纪，美国的政府采购政策对新技术的刺激，有着特别的效果。

•自20世纪70年代以来，美国风险投资家在资助新技术领域的创业公司方面，发挥了关键作用，美国的风险投资基金比其他国家发展得更快。美国风险投资产业在1958年美国国会通过的小企业投资法案的基础上建立起来。在20世纪70年代末，监管改革允许养老基金用于风险投资，这推动了经济繁荣。

这些因素互相促进。例如，风险投资需要一个独立创业公司可以进入的市场，这反过来取决于可用的人才愿意离开他们当前的职位加入创业公司。这些因素还受美国文化特征的影响，比如看重个人自主权和流动性的价值，以及对等级制度的毫不在乎。日本文化不可能以同样的方式来加强这些政策。美国的政策、文化，以及过去的实践结合起来，培育了新兴技术领域的创业企业和成熟技术领域的大型企业。

然而，它们并不是唯一促进大规模技术知识习得发展的政策和体系。这一套政策和体系也不是适合所有技术。那些第一个进入市场的行业天生自带优势，比如软件行业，鼓励创业企业和新的市场进入者至关重要；最先掌握新技术，可能会让一个国家的产业抢占主导地位。但这一优势对于其他技术可能并不那么重要。例如，在成熟行业，技术变化缓慢，比起交易双方保持一定距离的独立供应商，自给自足的大公司可能会更好地协调和整合新知识。例如，在汽车行业，比起美国公司的专业汽车工程师，日本的产品开发模式允许附属于大公司的工程师获得更广泛的技能和知识。注

然而，美国的创新系统似乎在新兴技术和成熟技术之间达到了一个平衡，这使得美国企业在汽车和软件领域都获得了成功。

“未来没有说客”

如今，许多美国创新系统独特的历史特点不再。美国不再有最严格的反垄断法；多数观察人士认为欧洲在这方面表现得更好，然而可以肯定的是，现在美国的反垄断法是基于比过去严格得多的经济分析。一些先前提到的政策转变也偏离了历史轨迹。职业许可证的发放已覆盖29%的工作，它限制了就业增长、职业培训，以及新技术的使用。军事采购被限制，其培养大规模学习新技术的能力被削弱。更严格的商业保密法限制通过跳槽来共享知识的方式。专利覆盖的范围被扩大到了新的领

域，包括软件、做生意的方法，以及思维过程，这些变化同样限制了员工知识的转移。在某些技术中，曾经有利于小型企业的专利，现在成了他们一个很大的负担。

这些变化并不是随机的。它们让特定的公司和利益集团受益。军事采购的改变对大型国防承包商有利；专利和商业保密法的改变，对成熟行业内的大型老牌企业及律师大有帮助；对护士执业证书的强调，可保证受过大学教育的护士和专业协会的利益；在社区大学投入资金的减少，意味着研究型大学投入资金的增多。

在某种程度上，特殊利益集团影响政策，他们让制定好的政策变得困难。当然，特殊利益集团和管制俘获影响了政策制定的大部分领域。然而由于技术知识的两面性，政治影响力导致的系统性偏差总是以牺牲一些技术的代价来支持另一些技术。

这种偏差的原因很简单。旧技术倾向于支持既得利益者，如大型钢铁厂。大规模建立起成熟技术能为许多人提供就业机会和利润。在这些技术中获得技能的工人，通常能赚取高薪；投资者能获得稳定的回报。但新技术很少有这样的确定利益。工作岗位、技能和利润都是试探性的。新技术很少大规模地被应用，直到它们实现标准化；它们通常涉及新兴企业及少量的工人和投资者。当事各方从新技术中获得的大多数利益，都不是那种能产生巨大政治影响力的完善的利益。借用田纳西州国会议员吉姆·库珀的话：“总的说来，华盛顿在过去参与了太多。未来没有说客。”[注]

自20世纪80年代以来，在各种行业中，使用成熟技术的既定团体都在政策冲突上发挥着巨大的影响。已建立起来的教育精英团体影响职业许可制度，已建立起来的国防承包商影响采购，大公司和专利律师影响专利和商业保密法。[注]类似的不平衡的冲突在通信行业也有体现，大型电话和电缆公司的利益影响着规则的制定，在版权方面，唱片行业和电影厂主导立法审查。

政治游说和利益集团并不是什么新鲜事。但在过去几十年里，说客的力量似乎增强了，同时公众的利益被削弱了。这一改变从著作权法适应新技术的方式便可看出。20世纪的大部分时间里，著作权法广泛地适应着新技术，比如自动钢琴、留声机、无线电广播、音乐盒、磁带播放器，以及有线电视。[注]新技术通常在一定时期内不受著作权法影响；

之后，国会授权版权持有者征收合理的强制许可使用费。但今天，面对现有广播体系中强大的说客，最近的技术，比如卫星电视和互联网广播，立即就会被征收——与有线电视和广播电台征收费用相比——高得多的惩罚性许可费。这是一个显著的变化。

说客能买到的最好的专利法

为什么自20世纪80年代以来更倾向于既得利益团体？使用成熟技术的老牌产业和使用新兴技术的创业企业间的不平衡，是公共选择理论中一个集体行动问题的标准例子：相比拥有分散利益的大团体，一个收获巨大的小团体往往能行使更大权力。注然而，在20世纪的大部分时间里，既得利益者与新进入者在政治上的纷争不断，但这并没有严重损害新兴技术。过去几十年里一系列的变化，可能有助于解释为什么会出现这样的改变。政治越来越分党结派，代表广大消费者利益的工会没落了，进步运动的想法失去了吸引力，也许产业被更强大的垄断所主导。注但罪魁祸首是：钱在政治中的作用越来越大。

政策偏差的时机非常可疑，因为它或多或少与金钱在政治中发挥的作用，以及大公司的政治影响力齐头并进。劳伦斯·莱西格在其著作《失落的共和国》中描述了金钱对政治的急剧影响是如何颠覆政治进程的。排除通货膨胀因素后，赢得国会席位的平均成本已经上升到超过100万美元，是1974年的6倍。莱西格解释说，金钱在政治中的作用大多不违法，也不涉及贿赂等直接的腐败行为。相反，它创造了一个体系，政客们在这个体系中依赖于捐赠者，并传播着捐赠者的观点。政治家在一系列特定行业议题上发表正确意见，便有可能继续收到竞选捐款，未来离开国会后也能获得好的就业，得到其他一些好处。

金钱的这一作用在最近关于专利改革法案的立法争论中可见一斑。2011年，随着专利流氓加速蔓延，国会通过了《美国发明法案》。奥巴马总统称其是自1952年以来对专利制度所做的最重要的改革尝试。

专利流氓的出现主要是由处理专利上诉的专门法院——联邦巡回上诉法院所做的一系列决策导致的。该法院在1982年成立时，专利法成为唯一拥有专门法院的法律。游说创建该法院的说客强调，它将给专利法带来有益的统一。但许多观察人士指出，这种专业化会导致专利律师对

法庭施加不恰当的影响力，从而影响其裁决。

许多人希望《美国发明法案》能解决联邦巡回上诉法院的一些管制过度问题。这一法案的制定历时7年，而这7年是见证相互竞争的利益集团之间激战的7年。超过1000名说客参与了这个法案，其中包括10名前国会议员、280名前国会工作人员和50名前政府官员。数亿美元花在了游说和竞选捐款上。专利律师和制药公司认为，专利系统需要为开发新的知识提供强大的动力，改革不应削弱这些激励措施。科技公司认为，专利流氓抑制了它们开发和共享新知识的能力。成熟的科技企业如IBM和微软主张适度修改法律；而谷歌这样的新公司，由于经常要处理来自专利流氓和其他一些老企业的专利诉讼，则寻求根本上的改变。这些相互竞争的利益集团形成了一个僵局，最终催生出一项有许多改进，但无实质性改变的法案。法案的许多细节是在制药工业代表和高新技术产业代表的内部谈判中推敲出来的，由专利局的领导最终裁定；小型创业企业和民众并没有在讨论中占据一席之地。最终，新法案没能阻止专利流氓或是消除那些被它们拿来滥用该系统的可怜专利。

但有一个行业是例外——这一例外证明了上述法则。该法案的第18条设立了一个挑战“在金融产品或服务的实践、经营或管理中”使用专利的特殊程序。换句话说，金融行业——华盛顿最强大和高支出的游说团体之一，获得了一个特殊的程序来废除对他们的商业方法有影响的专利。这些专利常被专利流氓用来赚取大型银行的和解费。参议员查尔斯·舒默将第18条写入法案。虽然这一条获得了金融行业的支持，却遭到了专利流氓及其律师事务所的强烈反对。民主党人南希·佩洛西、玛克辛·沃特斯，以及丹·波伦反对第18条，原因很显然，民主党的竞选捐款多来自律师事务所；同样反对这一条款的，还有共和党人吉姆·森森布伦纳、达纳·罗拉巴克、丹·朗格伦和查理·登特，他们都接受了来自最大的专利流氓——知识产权风险投资公司的捐款。但是它们无法与大银行抗争。

既定利益阻止了有意义的专利改革，这些改革本可能纠正专利制度加在那些新兴技术行业中小型创业企业身上的负担。只有一个非常强大的游说团体才能够提取出一个特别条款来阻止专利流氓，但也面临巨大阻力。

毫不意外，尽管有《美国发明法案》，专利流氓还是继续提起了更

多的法律诉讼。2013年，专利流氓提起的诉讼比前一年增加了18%。[注]也许现在的政治成本效益计算方法正在改变，因为政治流氓除了控告大量的小型创业公司外，还将触角伸向了更广泛的对象，包括零售商、非营利组织、酒店和餐馆。这些行业的组织代表，以及美国风险投资协会和应用程序开发者联盟（软件开发人员）已经开始推动新一轮的专利改革。[注]看来专利流氓已经叫醒了小型企业——沉睡中的美国政治巨人。

通过新专利法才仅仅两年，白宫和国会便开始重新审视专利改革以应对选民的抱怨。2013年12月，众议院以325票对91票的压倒性优势，通过了一项针对专利流氓的专利改革法案。白宫支持这项立法，也在专利局做了一些改变，叫停了一些本不该被授予的并被过度解读的专利。[注]同时，以佛蒙特州为首，许多州都通过了打击欺诈索赔的专利流氓的立法。这些立法的努力可以限制最严重的过度解读，但却没有从根本上解决专利流氓的问题。尽管如此，它们仍是向着正确方向迈进了一步。然而强大的制药业游说团体和出庭律师能够在参议院阻止改革。2014年5月，当一项折中法案在参议院司法委员会成形时，参议院最高领导人将立法从考虑中剔除，以回应这些团体的游说。在撰写本文时，这些既得利益团体成功阻止了改革。[注]

专利流氓的问题并不会让创新完全停止。专利流氓诉讼减少了研发投入、风险资本投资，与进入市场的新公司数量的减少也脱不了关系。如果专利流氓被遏制，公司将会在新技术上投资更多，并会在它们今天不会投资的创新项目上进行投资。专利流氓的存在使得过渡到新一代技术用时更久，过程更痛苦。

购买未来

有影响力的游说使专利法保持着不利于创业企业和早期技术利益的偏差。钱和游说的影响也出现在一些其他政策领域，近些年来它们都向着错误的方向倾斜：

•第九章详述了职业许可证发放的大幅增长：20世纪50年代，只有70种职业，覆盖5%的劳动力；到2008年，有800多个职业都需要许可证，覆盖了29%的劳动力。这一巨大变化只能理解为大量游说

的结果。[注]仅在1995年，州立法机构就提出了针对医疗卫生职业的850项议案，其中超过300项被写进法律。[注]这主要是专业协会说客的工作。公众没有类似的游说团体能为消费者和可能进入该职业人群的利益发声。一些涉及许可证的法案，通过影响相互竞争的专业协会，最终影响了相互竞争的职业——内科医生vs护理师、牙医vs牙科卫生员，但即使是这些斗争往往也倾向于更成熟的职业。结果便是获得医疗保健金机会的减少，就医价格的增高，中等技术工人就业机会的减少，以及新技术应用的延迟。

•艾森豪威尔总统在1961年的“全国告别演讲”中，针对“军工复合体”提出了自己的警告，自此以后，国防采购领域就成了说客们的耕耘之地。但随着金钱和游说在政治中的影响逐渐增强，国防承包商成为最具影响力的团体，支持现任领导人，不管他属于哪个政党或拥有何种意识形态。[注]自1990年以来，这个行业已经为政治运动贡献了超过2亿美元，在说客身上花费得更多，仅2012年就在900多名说客身上花了1.32亿美元。[注]国会利用这一国防预算，来推进需要争取选票的项目。国防研发预算经常超出五角大楼的请求，其中就包含有为国会选区准备的得意计划所需的钱。国会拨款的大部分流向了国防研发预算。[注]毫不奇怪，国防采购条例会以牺牲大学研究和初创科技公司的代价，来偏向成熟的国防承包商。

•再来说专利，商业秘密法的改变最初是由一群寻求法律“统一性”的专业律师促成的。1979年，一个律师团体——统一州法委员会，起草了《统一商业秘密法》的草案，并在州议会上提案。在过去的三十年里，它被用来修改大多数州的商业秘密法。除了金融、保险、房地产，律师事务所是政治活动最大的业务贡献者，在2008年的大选中，为联邦候选人贡献了2.7亿美元。[注]立法者通常乐于让这一有影响力的团体起草自己的议案。现在，知识产权律师和一批大公司正试图通过一项联邦法令，使商业秘密法更加统一。[注]然而，不论是专利还是商业秘密法，律师让其更加“统一”的同时，也扩大了它的范围，为自己创造了更多潜在的业务。[注]一个统一的联邦法令几乎肯定会对加州施加影响，它会重写让硅谷如此成功的政策。从某种程度上来说，商业秘密法更宽泛的解释往往会减少员工的流动性和子公司的建立，这些努力对创业企业和发展新兴技术公司的利益很不利。

既定利益团体与新兴企业之间的竞争，反映在马萨诸塞州废除执行该州的非竞争协议的努力上。意识到硅谷的优势已经超越了128

号公路区，马萨诸塞州州长德瓦尔·帕特里克引进了意图改变本州法律的立法。小型技术公司和风险投资公司很支持这项工作，但一些大型科技公司和老牌制造业公司反对。就目前来看，后者成功了。

尽管呼吁在这些领域做出改变的利益团体很小，但一些讨论中的政策变化却得到了更广泛的支持。为四年制大学提供资金得到了广大的民众支持，然而这一支持，需要从社区大学和技术教育上转移基金，这一点不是那么明朗。涉及专利、商业机密、职业许可，以及国防采购的政策转变，受到说客和政治开销的影响。近年来这些力量让政策更倾向于成熟的技术、老牌行业和精英职业团体，保留旧知识的经济价值，让既得利益者受益。

政治进程并不是让各种各样的利益集团在一个公平的竞争环境中竞争，一些团体有着天然的优势。此外，最初的政策倾向往往会得到巩固，因为该政策的支持机构，会带起一系列与现状有利害关系的后来者。然而，一个国家让竞争环境不过分偏向成熟技术的能力，决定了它从新技术中受益的能力。

更为常见的是，政治与体系独特的成功结合，使得美国跃升为世界技术领袖，然而现在似乎这一点正在往不好的方向倾斜，虽然有其他原因，但金钱利益影响的加强是罪魁祸首。很难评估这些变化对美国如今的创新有多大的影响，但真正的危机在未来，那时这一影响可能很难被消除。

总之，各种令人不安的迹象表明，美国的创新体系已经失去了原有活力。研究人员发现，过去三十年创业形势一直在减缓。进入市场的新公司比率一直在下降，与之相关的工作机会也减少了。尤其值得注意的是，高科技行业成立的新公司，创造的新工作在过去十年里减少了。虽然还没有明确的证据表明这些衰败形势与过去三十年政策的改变有关，但衰败形势向美国创新的现状发出了一个明确的警告。

---

1. OECD, “Information Technology Outlook.”
2. Minetaki and Motohashi, “Subcontracting Structure.”
3. Arora, Branstetter, and Drev, “Going Soft.”
4. Baba, Takai, and Mizuta, “User-Driven Evolution.”

5. U.S.Congress, O.ce of Technology Assessment, “The Big Picture: HDTV and High Resolution Systems,” OTA-BP-CIT-64 (Washington, DC: U.S.Government Printing O.ce, June 1990); Charles P.Lecht, “Tsunami,” Computerworld, February 13, 1978.

6. Bob Johnstone,“Japan Tackles Its Software Crisis,” New Scientist, January 30, 1986, pp..60–62.

7. Baba et al., “User-Driven Evolution.” See also Minetaki and Motohashi, “Subcontracting Structure,” table 2, with 136 of 439 firms listed as independent.

8. Ussfilman, “Unbundling IBM.”

9. With personal computers, it might have been possible to adopt U.S.standards (MSDOS, Wintel).The dominant firms, however, had an interest in maintaining proprietary versions of their operating systems even when they imported MSDOS.Microsoft’s software needed to be adapted to the Japanese language, and this work was done differently by different vendors.Additionally, Japan did not have strong copyright enforcement until 1986, making foreign software vendors reluctant to export.Of course, copyright posed no obstacle to computer vendors who bundled proprietary software with their hardware.

10. Cottrell, “Standards and the Arrested Development.”

11. Chesbrough, “Organizational Impact”; Lynskey, “Determinants.”

12. Eichengreen, Park, and Shin, “Growth Slowdowns Redux.”

13. David, “Learning by Doing”; Bils, “Tariff Protection”; Temin, Iron and Steel, pp..173–174 and.209–213.

14. Chandler, Scale and Scope.

15. Freeman, Technology Policy.

16. Mowery, “U.S.National Innovation System”; Chesbrough, “Organizational Impact.”

17. There is some dispute about how much these firms would have unbundled on their own without antitrust enforcement.Regardless of the motivation, the U.S.outcome was very different from that in other countries.See Ussfilman, “Unbundling IBM.”

18. For example, the vice president for electronic component development at Western Electric, which licensed out AT&T’s semiconductor technology, explained, “We realized that if this thing [the transistor] was as big as we thought, we couldn’t keep it to ourselves and we couldn’t make all the technical contributions.It was to our interest to spread it around.If you cast your bread on the water, sometimes it comes back angel food cake.” Tilton, International Diffusion, pp..75–76.

19. Appleyard, “How Does Knowledge Flow?”

20. Khan, Democratization of Invention.

21. The U.S.auto industry long made “knowledge work” the sole domain of professional engineers.Engineers designed the cars, and factory workers made them.Many engineers never set foot on the factory floor; factory workers rarely had meaningful opportunity to correct design errors that made the cars harder to assemble and more prone to defects or reliability problems.In contrast, the Japanese

auto industry, especially Toyota, recognized that ordinary factory workers acquired significant knowledge about design and manufacturability on the job.Assembly-line workers participate on Japanese design teams.Moreover, when an assembly worker defects a problem, the worker can stop the assembly line until it is solved; that sort of power was unheard of in Detroit.Japanese automotive engineers begin their employment working on the factory floor and subsequently spend one month a year rotating into alternative jobs.In this way they gain an understanding of the entire process of producing a car.Needless to say, this cultivation of knowledge learned through experience in production allowed the Japanese auto makers to design cars faster with fewer engineering hours, to produce them with less labor, and to make them of higher quality, all at the same time.See Womack, Jones, and Roos, Machine That Changed the World.

22. Mike Masnick, "Hacking Society: It's Time to Measure the Unmeasurable," Techdirt (blog), April 27, 2012.

23. This bias features prominently in the argument by Michele Boldrin and David K.Levine, "Case against Patents."

24. Litman, "Revising Copyright Law"; Litman, Digital Copyright.

25. Buchanan and Tullock, Calculus of Consent; Olson, Logic of Collective Action.

26. Paul Krugman,"Barons of Broadband." New York Times, February 16, 2014.http://www.nytimes.com/2014/02/17/opinion/ krugmanbaronsofbroadband.html?hp&rref=opinion&_r=1.

27. Scherer, "Political Economy"; Ja.e and Lerner, Innovation and Its Discontents; Henry and Turner, "Court of Appeals"; Nard and Duffy, "Rethinking Patent Law's Uniformity Principle"; Dourado and Tabarrok, "Public Choice and Bloomington School."

28. First Street, "Lobbying the America Invents Act," CQPress, 2011, http:// firststreetresearch..les.wordpress.com/2011/11/firststreetreportlobbyingthe-americainventsact.pdf.

29. Judge Paul Michel, speaking at the National Academy of Sciences on February 12, 2013, cited $300 million in lobbying and campaign contributions.

30. President Obama himself recognizes that the bill did not adequately deal with the problem of patent trolls; see http://www.whitehouse.gov/blog/2013/06/04 / takingpatenttrollsprotectamericaninnovation.

31. See Zach Carter, "The Spoilsmen: How Congress Corrupted Patent Refirm," Hu.ngton Post, August 4, 2011, http://www.hu.ngtonpost.com/2011/08/04/ patentrefirmcongress_n_906278.html?view=print&comm_ref=false.Subsequently, Senator Schumer recognized the value of this proceeding to other industries and introduced the Patent Quality Improvement Act (S.866), which would extend the same review proceeding to all business method patents, not just financial ones.

32. The America Invents Act (AIA) changed the rules to make it harder for patent trolls to.le lawsuits against many unrelated defendants.This means that for some purposes the number of lawsuits might not be the best measure of patent troll activity.Another measure is the number of defendant firms sued.Although the number of defendants declined in 2012, after a sharp spike in 2011 as patent holders sought

to file multi-defendant lawsuits prior to the AIA, the number of defendants also rose in 2013 again (by 11 percent), continuing the trend of the previous decade.See James Bessen, “Patent Trolling Was Up 11 Percent Last Year,” Washington Post, The Switch (blog), January 31, 2014, http://www.wash ingtonpost.com/blogs/theswitch/wp/2014/01/31/patent-trolling-was-up-11-percent-last-year/.

33. See James Bessen, “How Patent Trolls Doomed Themselves by Targeting Main Street,” Ars Technica, September 12, 2013, http://arstechnica.com /tech-policy/2013/09/op-ed-how-patent-trolls-doomed-themselves-by-targeting-main-street/.

34. Executive Office of the President, “Patent Assertion and U.S.Innovation,” June 2013, http://www.whitehouse.gov/sites/default/.les/docs/patent_report.pdf.

35. Mullin, “How the Patent Trolls Won in Congress.”

36. Graddy, “Toward a General Theory of Occupational Regulation.”

37. Fox-Grange, “Scope of Practice.”

38. Jen DiMascio, “Defense Goes All-in for Incumbents,” Politico, September 27, 2010, http://www.politico.com/news/stories/0910/42733.html.

39. Centerfor Responsive Politics, “Defense: Background,” http://www.opensecrets.org/industries/background.php?cycle=2014&ind=D.

40. American Association for the Advancement of Science (AAAS), “Federal Spending Bills Contain 2,526 R&D Earmarks, AAAS Analysis Finds,” January 8, 2008, http://www.eurekalert.org/pub_releases/2008-01/aaftfsb010808.php.

41. Center for Responsive Politics, “Interest Groups: Lawyers and Lobbyists,” http://www.opensecrets.org/industries/indus.php?Ind=K.

42. Several bills have been proposed.One, the Defend Trade Secrets Act sponsored by Senators Chris Coons and Orrin Hatch, has the support of 3M, Abbott, AdvaMed, Boston Scientific, Caterpillar, Corning, DuPont, GE, Eli Lilly, Medtronic, Micron, Microsoft, Monsanto, Philips, P&G, and United Technologies.See http://www.coons.senate.gov/newsroom/releases/release/sena

43. It is a tendency also seen in treaties that “harmonize” intellectual property law.

44. Callum Borchers, “DeLeo Plan Would Preserve Tech Noncompetes,” Boston Globe, June 3, 2014; Dennis Keohane, “Mass Legislators Pass on Change to Noncompete Laws,” BetaBoston, July 31, 2014, http://betaboston.com/news/2014/07/31 /mass-legislators-pass-on-change-to-noncompete-laws/.

45. Hathaway and Litan, “Declining Business Dynamism in the United States.”

46. Haltiwanger,Hathaway, and Miranda, “Declining Business Dynamism in the U.S.High-Technology Sector.”

第十四章
大众技能和国家繁荣

日本和美国之间的差异，以及最近美国政策的变化，相对来说很小。两个国家都有完善的制度和法律来促进新技术知识在大众间的推广，这使得两国在重要新技术及为本国大多数公民创造财富上占尽优势。然而这并非一直如此。一个世纪前的日本及两个世纪前的美国都没有这些能力。促进大规模学习的制度和政策，是经济发展的重要组成部分。

一些经济学家估计，富国和穷国之间收入差距的80%都可以用技术应用来解释。[注]社会的差异关键在于其训练普通工人获得新技能和知识的能力，越来越多的研究将采用新技术与从实践中学习联系起来。[注]普通工人学习新技能能力的民族差异，可能会在解释为什么一些国家比别的国家有更多财富时起到很大的但被忽略的作用。

学者们一直在争论国家财富的来源。一般来说，他们分成了三个阵营：地理、文化和体系。三个因素无疑都发挥着重要作用。然而有趣的是，许多对于它们是如何影响财富的具体解释，都隐含着一种精英驱动的历史观。虽然这一特征经常被掩盖，但这些解释站得住脚，对一小部分人的行为的确产生了影响，他们包括技术企业家和发明家：

•在大多数用地理因素解释国家之间贫富不均的理论中，文明都是其最核心的因素，比如贾雷德·戴蒙德的著作。[注]一些地区能够比其他地方更早、更稳定地建立起农业。这使得等级社会发展起来，精英可以赚取剩余财富拿来投资。它还导致分工出现，让工匠可以专攻某一特定技术。从事生产劳动的群体似乎只占社会的一小部分。

•至少从马克斯·韦伯开始，文化便一直被视为经济成功的一个重要的决定因素。韦伯认为新兴资产阶级的生产力和高储蓄率都与新教伦理有关。[注]最近，戴维·兰德斯认为西方文化中的冷酷和理性使得它们优势明显：据兰德斯所说，这就是为什么工业革命会发生在西方，而不是在中国。[注]但在兰德斯的解释中，冷酷和理性似乎局

限于企业家和发明家，以及韦伯提到的新兴资本家身上。

•而基于国家体系的解释通常专注于这些体系是如何影响企业家的。例如，经济学家达龙·阿西莫格鲁和政治科学家詹姆斯·罗宾逊强调保护财产权在鼓励企业家投资新技术上所起的作用。[注]这一群体被认为推动了新技术的采用，从而增加了财富。

资本主义社会善于创造财富，确实能激励资本家积累资本，企业家开发新业务，以及发明家发明新产品。但这只是其中一个方面。新技术要推行，大量普通工人也需获得技能和知识。这是一个缓慢而艰难的过程，历史表明，它常常需要由包容性的体系和文化支持的社会改革。

例如，美国工业革命向新技术的过渡，不仅包括工厂过渡为纪律严明的工作场所，也包括大规模的可持续的城镇劳动力，向曾经主要是农村地区的地方转移。也许人们很容易忘记，这一激进的社会实验需要新体系，包括新形式的工作场地安排，以及为新类别的技术工人准备的劳动力市场。这些改变也需要一个包容性的文化。例如，19世纪20年代到50年代，美国纺织业招聘年轻的未婚女性，她们离乡背井，住在公寓，和纺织厂其他工人一起工作。这是一次大胆的社会创新。

年轻女性在工业化中的角色似乎是次要的，但事实上，受过教育的年轻女性是日本棉纺织业机械化早期的重要组成部分。最近在中国也同样如此。她们在其他机械化行业的早期也扮演了重要角色。经济史学家认为，年轻的未婚女性之所以被招募进工厂工作，是因为她们几乎没有其他谋生机会。[注]由于没有多少选择，她们愿意拿着相对较低的工资在工厂工作。由于早期技术最开始往往赢利很少，女性的低工资给了制造商一个至关重要的优势。

但许多文化即使在今天，也不允许年轻女性参与这样的实验。什么样的文化和什么样的机构允许这些实验呢？符合条件的文化不是只会鼓励节俭、毅力、理性、冷酷。能包容各种各样的人有机会参与独立的经济活动至关重要，其中包括愿意让女性外出工作和学习阅读。不管在哪里，受过教育的年轻女性的自由，都是社会包容性的风向标。[注]

但是这种如今许多国家都缺乏的文化包容性，却不是什么亘古不变的历史遗产。同样的社会自由在一个世纪前的中国就不被允许，当时许多年轻女孩仍然得裹小脚[注]，也不会出现在洛厄尔之前一个世纪信奉

清教的新英格兰。从长远来看，重要的不光是一系列特定的文化价值观，还要有适应不断变化时代的意愿。

同样，重要的体系不仅仅是那些能为企业家和发明家提供激励的体系，还有那些能鼓励大量普通工人获得新技能和知识的体系。在这里，包容性同样很重要。要使得刺激大众习得新技能成为可能，就意味着愿意将经济权下放给大众。地位牢固的社会精英——不仅仅是经济精英——并不总是愿意分享权力，因此高度不平等的社会往往不能从技术带来的好处中获益多少。例如，奴隶就没有动力去获取新的技术知识和技能。19世纪尝试使用奴隶来运行纺织厂的做法大多都失败了。一般来说，一个社会可能会难以适应新技术的大规模采用和推行，除非它们愿意允许妇女、少数民族、移民，以及其他人获得重要的经济权。

除了提供激励措施，鼓励普通工人获得新知识，也能减轻过渡到新职业和组织的难度。虽然动力织布机并未像马克思宣传的那样，导致手摇织布机工人挨饿，但它迫使他们进行了过渡。他们经常得搬到城市找工作，他们的家庭成员必须在新技能上进行投资。工人们并不都会对这样的背井离乡逆来顺受。他们有时会砸烂机器，就如卢德派偶尔做的那样。在这样的转变时期，社会体系可以对其提供支持。事实上，经济学家阿夫纳·格雷夫和穆拉特·依古恩发现，大众对技术相关的经济转型的抵抗，英格兰经历得相对较少；他们将这一平稳归结于英格兰的福利机构，它们为穷人提供了支持。[注]他们还发现福利支出的水平和创新之间有统计学上的联系。英格兰福利更好的地区发生粮食暴动的频率更少，获得的专利则更多；欧洲那些福利更好的国家在国际展览中也能展出更多的技术创新。这表明，一个国家推行新技术的能力取决于它如何对待构建和使用该技术的普通大众，以及提供给他们的自由、激励以及保护。

英格兰的政治力量在某种程度上回应了面临经济混乱的工人的需要，这对他们推行新技术的能力有所影响。反过来，工人日益增长的经济实力可能会影响政治权利。经济学家发现，富裕的国家往往是民主国家，但其中的关联是什么却一直争论不休——究竟是民主产生了更多的财富，还是富裕的中产阶级推动了民主，抑或是两者同时发生。[注]如果你将相关的经济激励看作不仅针对企业家，也针对大量和新技术打交道的普通人，那么不管这种观点是否正确，显然都更值得注意。

今天的主要问题是，日益扩大的经济不平等将削弱政治制度对大众需要的响应能力，从而妨碍我们推行新技术能力的政策。最富有的那0.1%的人口所掌握的财富的增长份额可能会引发埃兹拉·克莱因所谓的“寡头政治的恶性循环”：集中的财富能购买政治权力，从而通过降低税收进一步增加财富，这会让经济和政治力量更加集中到富人手中。注另外一些人，如托马斯·皮凯蒂看到，这一集中的财富，注会破坏民主的合法性。注皮凯蒂建议对富人征收全球税，以打破这一恶性循环。

然而，今天抑制中产阶级工人工资增长的政策，由比那顶尖的0.1%人群所关注的利益更广泛的利益所驱动。那些游说提高职业许可教育要求的专业协会，并不由亿万富翁组成，也不是由那些争取开放标准的国防承包商或电子医疗系统供应商的大多数股东组成，也不是由那些反对拨乱反正专利系统的律师组成。这些利益集团的成员，可以肯定生活富足，但他们不是亿万富翁。0.1%顶层人群的相对财富对普通工人的经济健康可能并不那么重要。恢复工资增长的障碍可能更多来自由我们的金钱支配的政治制度所引起的更广泛的机能障碍，而不是那些巨富们的特定角色。

政治影响力在当今扮演着和过去不一样的角色。卢德派试图阻止新技术和工厂系统的侵入。但是他们是贫困的工人，几乎没有政治影响力。结果他们收效甚微。今天，专利律师、国防承包商和专业协会从推迟新技术推行和限制就业增长的行动中获利。他们并不是有意想要延迟技术，但在广泛损害普通工人和社会这件事上，他们的游说团比卢德派更成功。

然而即使施行了最佳政策，向新知识和新体系的过渡仍然很困难，这是因为技术生命周期循环很慢。大量的普通工人以及科学家、工程师、管理者，需要学习许多东西，而且这些知识中很大部分在当时只能通过实践来学习。信息技术似乎使这种学习变得特别困难，因为它会影响很多不同的职业，某些行业变化迅速，对于新的知识和新的标准一直有需求。获取推行信息技术所需的知识，是社会要解决的难题。普通工人的实践技能200年来一直是广泛共享财富的源泉，而强大国家的经济实力建立在人民的技术知识之上。为普通工人提供获得技能和知识的方法，来推行如今的新技术，经济回报不仅会增长，还能被广泛共享。

---

1. Comin and Ferrer, “If Technology Has Arrived Everywhere.”

2. Foster and Rosenzweig, “Microeconomics of Technology Adoption.”

3. Diamond, Guns, Gfirms, and Steel.

4. Weber, Protestant Ethic.Weber also saw the Protestant ethic helping the work ethic of ordinary workers.

5. Landes, Wealth and Poverty.

6. Acemoglu and Robinson, Why Nations Fail.These authors also see the importance of economic incentives affecting ordinary workers, for example, incentives to acquire an education.However, entrepreneurs and inventors are central to their explanation of the link between institutions and technological innovation.

7. Goldin and Sokolo., in “Relative Productivity Hypothesis,” argue that young women were relatively less productive than adult men on the firm.More generally they had few other opportunities to make a living (see Lebergott, “Wage Trends”).

8. Generally, women’s economic equality is correlated with economic development.See Inglehart and Norris, Rising Tide.

9. Rossi, Sex Life.

10. Greif and Iyigun, “Social Organizations.”

11. Acemoglu et al., “Income and Democracy.”

12. Acemoglu and Robinson, Why Nations Fail.

13. Ezra Klein, “The Doom Loop of Oligarchy,” Vox, April 11, 2014, http://www.vox.com/2014/4/11/5581272/doom-loop-oligarchy.

14. Piketty, Capital, p.422: “Our democratic societies rest on a meritocratic worldview, or at any rate a meritocratic hope, by which I mean a belief in a society in which inequality is based more on merit and effort than on kinship and rents.”

致谢

写作这本书，源于我在学校学习的有关“创新”的概念，和之后在运营一家软件初创公司时对这一概念理解的不一致。我在第二章会讲到，要想将一项新技术运用于实践，自己的知识面以及我们的雇员和客户需要学习的内容，其广度令人惊讶。我认为这一过程很重要，也常常被低估。我的好奇心驱使我思考“从实践中学习”，思考“从实践中学习”为什么重要，以及这种重要性意味着什么。这种好奇心可能并不是一名首席执行官该具备的最好的品质，但自20年前我离开公司，开始学术研究生涯后，它使我的研究和学习达到了比我预期更深更广的境界。“从实践中学习”的影响比我想象的还要深远。

我的学术生涯不同寻常，所以我特别感激那些在早期接受和鼓励我的人。埃里克·马斯金慷慨地抽出时间，给了我莫大鼓励。博扬·约凡诺维奇第一次将我关于“从实践中学习”的一些想法公之于众。迈克·穆尔是我十年来学术研究领域的搭档，他是参谋、向导、评论家、啦啦队长、魔鬼代言人，以及《专利失败》一书和许多学术论文的合著者。我的妻子乔伊斯，扮演着类似的角色，在一些艰难时期，她更关注实际问题。

我也一直得到一些机构的大力支持，特别是波士顿大学法学院，感谢莫林·奥鲁尔克和温迪·戈登。我曾在哈佛大学伯克曼中心待过一小段时间，并在麻省理工学院拜访了埃里克·冯·希贝尔。本书大部分的初稿是在加州大学伯克利分校完成的，当时我正在伯克利法律与技术研究中心做访问学者，感谢帕姆·萨缪尔森、彼得·梅奈尔、罗伯特·巴尔以及路易丝·李。

我还要特别感谢阅读本书第一份手稿并给出个人意见的人，他们是：乔伊斯、亚瑟·鲍汀、艾米丽·范伯格、丹·菲特、伊莱恩·福特、约阿希姆·汉高、布莱恩·卡辛、迈克尔·基美齐、杰夫·库恩、蒂姆·李、梅根·马克迦文、迈克尔·莫伊雷尔、阿莱·努沃拉里、罗伯·雷斯图恰、蒂姆·西姆科、斯科特·斯特恩，以及海蒂·威廉姆斯。请仔细阅读成书，在你们的帮助下，它真的，真的，好多了。

在获取关于纺织技术的数据和实践知识时，一些人起到了非常关键

的作用，其中包括洛厄尔历史国家公园的瑞克·兰德尔和美国纺织历史博物馆的迈克·克里斯蒂安森。汤姆·布拉什慷慨地分享了劳伦斯公司的工资数据，哈佛大学贝克图书馆的工作人员让我得以接触到最早的工资表和其他历史记录。助理研究员做了很多工作，使得这些数据有意义，他们是约翰·麦克利兰、蒂姆·莱顿、丹·威尔逊等等。

许多人分享了知识，并以论文评论家、编辑、合著者或被采访者的身份，在非正式讨论中提供了反馈。他们包括：达龙·阿西莫格鲁、吉姆·亚当斯、菲利普·阿格因、鲍勃·艾伦、戴维·安德森、罗伯特·贝、欧尼·伯恩特、汤姆·布拉什、陈向东、科林·陈、格雷格·克拉克、伊恩·考克伯恩、韦斯·科恩、迪亚哥·科明、丹尼斯·克劳奇、保罗·戴维、乔·法雷尔、丹·费特、普莱斯·费希拜克、李·弗莱明、多米尼克·弗雷、珍妮弗·福特、克劳迪娅·戈尔丁、罗薇娜·格雷、蒂姆·吉南、布朗温·霍尔、迪特玛尔·哈霍夫、鲍勃·亨特、布莱恩·卡因、凯雷姆·莱克汉尼、内奥米·拉默利奥克斯、戴维·兰德斯、蒂姆·莱顿、比尔·拉让尼克、马克·莱姆利、拉瑞·莱西格、蒂姆·罗尼格、戴维·莱文、弗兰克·路易斯、布莱恩·洛夫、约翰·莱昂斯、布鲁斯·麦克杜克尔、梅根·麦克加文、克里斯汀·麦克劳德、彼得·梅内尔、罗伯特·墨杰斯、麦克·莫伊雷尔、彼得·梅耶、戴维·米奇、佩特拉·莫泽、戴维·莫厄里、约翰·默里、阿莱·努沃拉里、艾伦·奥姆斯特德、戴维·奥尔森、凯文·奥鲁尔克、约翰·帕克、卢西奥·碧斯、米奇·波林斯基、伍迪·鲍威尔、塞西尔·奎伦、阿尔提·拉艾、丹·拉菲切尔、斯蒂文·林格迈克尔·里施、马克·罗森茨威格、帕姆·塞缪尔森、安娜李·萨克森宁、马克·香克曼、迈克·谢勒、卡尔·夏皮罗、凯西·斯塔瑞德堡、塔尔哈·赛义德、格瑞德·索玛、斯蒂芬·托姆科、皮特·汤普森、罗斯·汤姆森、卡瑟琳·图克、约翰·特纳、布鲁诺·范德尔普、艾瑞克·冯西培、波尔克·瓦格纳、约翰·沃利斯、海蒂·威廉姆斯、乔纳森·威廉姆斯、苏珊·沃尔科特、布莱恩·奈特、加文·奈特、乔纳森·齐特林，以及其他许多参加阿斯科纳会谈的评论家，美国经济协会，北京航空航天大学，哈佛大学伯克曼中心，波士顿大学，美国人口调查局经济研究中心，DRUID数据库连接池，杜克大学，经济史协会，EPIP，费城联邦储备银行，旧金山联邦储备银行，哈佛大学，约翰马歇尔法学院，麻省理工学院，美国国家经济研究局，纽约大学，PATSTAT数据库，国际学生评估项目，巴黎政治大学，塞维尔，SSHA，斯坦福大学，加州大学伯克利分校，加州大学戴维斯分校，马里兰大学巴尔的摩分校，华盛顿地区的经济史学家，以及耶鲁大学。

在大家的帮助下，我撰写了一些论文，并有了一些零散的想法。能将这些想法串联起来，并找到一个中心主旨，写成一本书，少不了以下各位提供的重要帮助：戴维·米勒和丽莎·亚当斯，丽莎还帮我找到了出版商；我非凡的编辑，比尔·弗鲁赫特；以及一位特别的，给予我帮助的匿名评论者。

参考文献

Abel, Jaison R., Richard Deitz, and Yaqin Su.2014.“Are Recent College Graduates Finding Good Jobs?” Federal Reserve Bank of New York, Current Issues in Economics and Finance 20(1).http://www.newyorkfed.org/research/current_issues/ci20-1.html.

Abowd, John M., Paul A.Lengfirmann, and Kevin L.McKinney.2002.“The Measure-ment of Human Capital in the U.S.Economy.” Longitudinal Employer-Household Dynamics Technical Paper 2002-09.Center for Economic Studies, U.S.Census Bureau, revised March 2003.

Abramovitz, Moses.1956.“Resource and Output Trends in the United States since 1870.” American Economic Review: Papers and Proceedings 46: 5–23.

Abramowicz, Michael, and John F.Duffy.2008.“Intellectual Property for Market Experimentation.” New York University Law Review 83: 337.

Acemoglu, Daron, and David Autor.2011.“Lectures in Labor Economics.” Manuscript.http://economics.mit.edu/.les/4689.

Acemoglu, Daron, David Dorn, Gordon H.Hanson, and Brendan Price.2014.“Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in U.S.Manufacturing.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w19837.

Acemoglu, Daron, Simon Johnson, James A.Robinson, and Pierre Yared.2008.“Income and Democracy.” American Economic Review 3: 808–842.

Acemoglu, Daron, and James A.Robinson.2000.“Why Did the West Extend the Franchise? Democracy, In equality, and Growth in

Historical Perspective.” Quarterly Journal of Economics 115(4): 1167–1199.

———.2012.Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty.New York: Crown Business.

Alexander, Arthur J.1990.“Adaptation to Change in the U.S.Machine Tool Industry and the Effects of Government Policy.” No.RAND/N-3079-USJF/RC.Santa Monica, CA: Rand Corporation.

Allen, Robert C.1983.“Collective Invention.” Journal of Economic Behavior and Organization 4: 21.———.2009a.The British Industrial Revolution in Global Perspective.Cambridge: Cambridge University Press.———.2009b.“Engels’ Pause: Technical Change, Capital Accumulation, and In e-quality in the British Industrial Revolution.” Explorations in Economic History 46(4):

———.2009c.“The Industrial Revolution in Miniature: The Spinning Jenny in Britain, France, and India.” Journal of Economic History 69: 901–927.

Allison, John R., Mark A.Lemley, and Joshua Walker.2009.“Extreme Value or Trolls on Top? The Characteristics of the Most Litigated Patents.” University of Pennsylvania Law Review 158: 1–37.

American Nurses Association.1965.“American Nurses Association’s First Position on Education for Nursing.” American Journal of Nursing 65(12): 106–111.

Antras, Pol.2004.“Is the U.S.Aggregate Production Function Cobb-Douglas? New Estimates of the Elasticity of Substitution.” Contributions to Macroeconomics 4(1).http://www.degruyter.com/view/j/bejm.2004.4.1/bejm.2004.4.1.1161/bejm.2004.4.1.1161.xml.

Appelbaum, Eileen, Annette Bernhardt, and Richard J.Murnane, eds.2006.Low-Wage America: How Employers Are Reshaping Opportunity in the Workplace.New York: Russell Sage Foundation.

Appleton, Nathan.1858.Introduction of the Power Loom and Origin of Lowell.Lowell, MA: Penhallow.Appleyard, Melissa.1996."How Does Knowledge Flow? Interfirm Patterns in the Semiconductor Industry." Strategic Management Journal 17: 137–154.Argote, Linda, and Dennis Epple.1990."Learning Curves in Manufacturing." Science 246(4945): 920.

Arora, Ashish, Lee G.Branstetter, and Matej Drev.2011."Going Soft: How the Rise of Software-Based Innovation Led to the Decline of Japan's IT Industry and the Resurgence of Silicon Valley." Global COE Hi-Stat Discussion Paper Series no.199.

Arrow, Kenneth J.1962a."The Economic Implications of Learning by Doing." Review of Economic Studies 29(3): 155–173.

———.1962b."Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." In The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors.Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 609–626.

Arundel, Anthony, and Isabelle Kabla.1998."What Percentage of Innovations Are Patented? Empirical Estimates for European Forms." Research Policy 27(2): 127–141.

Atack, Jeremy, and Fred Bateman.1999."U.S.Historical Statistics: Nineteenth Century U.S.Industrial Development Through the Eyes of the Census of Manufactures." Historical Methods 32(4): 177–188.

Audretsch, David B., and Maryann P.Feldman.1996."R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production." American Economic Review 86(3):.630–640

Auerswald, Philip, Stuart Kau.man, JoséLobo, and Karl Shell.2000."The Production Recipes Approach to Modeling Technological Innovation: An Application to Learning by Doing." Journal of Economic Dynamics and Control 24(3): 389–450.

Autor, David, H., David Dorn, and Gordon H.Hanson.2012."The

China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States." National Bureau of Economic Research Working Paper no.w18054.

Autor, David H., Frank Levy, and Richard J.Murnane.2003."The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Investigation." Quarterly Journal of.Economics 118: 1279–1333.

Baba, Yasunori, Shinji Takai, and Yuji Mizuta.1996."The User-Driven Evolution of the Japanese Software Industry: The Case of Customized Software for Mainframes." In The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure, edited by David Mowery.New York: Oxford University Press,.104–130

Bagnall, William R.1893.The Textile Industries of the United States: Including Sketches and Notices of Cotton, Woolen, Silk, and Linen Manufacturers in the Colonial Period.Vol.1.Cambridge, MA: Riverside Press.

Bahk, Byong-Hong, and Michael Gort.1993."Decomposing Learning by Doing in New Plants." Journal of Political Economy 101(4): 561–583.

Baily, Martin Neil, and Barry P.Bosworth.2014."U.S.Manufacturing: Understanding Its Past and Its Potential Future." Journal of Economic Perspectives 28(1): 3–26.

Baldwin,Carliss Young,and Kim B.Clark.2000.Design Rules:The Power of Modularity.Vol.1.Cambridge, MA: MIT Press.

Bank for International Settlements, Committee on Payment and Settlement Systems.1980–2009."Statistics on Settlement Systems in Selected Countries." Basel, Switzerland.

Barnett, George.1904."Introduction of the Linotype." Yale Review 13: 251.

———.1925.“Chapters on Machinery and Labor.” Quarterly Journal of Economics 40(1): 111–133.

Barringer, William H., and Kenneth J.Pierce.2000.“Paying the Price for Big Steel: $100 Billion in Trade Restraints and Corporate Welfare, 30 Years of the Integrated Steel Companies’ Capture of U.S.Trade Policy.” Washington, DC: American Institute for International Steel.

Bartel, Ann P., and Frank Lichtenberg.1987.“The Comparative Advantage of Educated

Workers in Implementing New Technology.” Review of Economics and Statistics 69(1): 1–11.Baumol, William J., Sue Anne Batey Blackman, and Edward N.Wol..1989.Productivity and American Leadership: The Long View.Cambridge, MA: MIT Press.Baumol, William J., and William G.Bowen.1965.“On the Performing Arts: The Anatomy of Their Economic Problems.” American Economic Review 55(1–2): 495–502.

Becker, Gary S.1964.Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education.Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Becker, Randy, Wayne Gray, and Jordan Marvakov.2013.NBER-CES Manufacturing Industry Database.http://www.nber.org/nberces/.Bensaude-Vincent, Bernadette.1996.A History of Chemistry.Cambridge, MA: Harvard University Press.Berndt, Ernst.1976.“Reconciling Alternative Estimates of the Elasticity of Substitution.” Review of Economics and Statistics 58(1): 59–68.Berndt, Ernst, and L.Christensen.1973.“The Translog Function and the Substitution of Equipment, Structures, and Labor in U.S.Manufacturing.” Journal of Econometrics 1: 81–113.Besen, Stanley M., and Joseph Farrell.1994.“Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization.” Journal of Economic Perspectives 8(2): 117–131.

Bessen, James.1997.“Productivity Adjustments and Learning-by-Doing as Human Capital.” Working Paper no.97-17.Center for Economic Studies, U.S.Census Bureau.

———.1999.“Waiting for Technology: Path Dependence as a Random Walk.” Working paper.http://ssrn.com/abstract=192169. ———.2003.“Technology and Learning by Factory Workers: The Stretch-Out at Lowell, 1842.” Journal of Economic History 63: 33–64. ———.2012a.“A Generation of Software Patents.” Boston University Journal of Science and Technology Law 18(2): 241–261. ———.2012b.“More Machines, Better Machines...or Better Workers?” Journal of Economic History 72(1): 44–74.———.2013.“Was Mechanization De-Skilling?” Boston University School of Law Working Paper no.11-13.Bessen, James, Jennifer Ford, and Michael J.Meurer.2011.“The Private and Social Costs of Patent Trolls.” Regulation 34(4): 26–35.Bessen, James, and Eric Maskin.2009.“Sequential Innovation, Patents, and Imitation.” RAND Journal of Economics 40(4): 611–635.

Bessen, James, and Michael J.Meurer.2008.Patent Failure: How Judges, Bureaucrats, and Lawyers Put Innovators at Risk.Princeton, NJ: Princeton University Press.———.2014.“The Direct Costs from NPE Disputes.” Cornell Law Review 99(2):.387–424

Bessen, James, and Alessandro Nuvolari.2013.“Di.using New Technology Without Dissipating Rents: Some Historical Case Studies of Knowledge Sharing.” Working paper.http://www.ssrn.com/abstract=2433567.

———.forthcoming.“Knowledge Sharing among Inventors: Some Historical Perspectives.” In Revolutionizing Innovation: Users, Communities, and Open Inno-vation, edited by Dietmar Harho.and Karim Lakhani.Cambridge, MA: MIT Press.

Bils, Mark.1984.“Tariff Protection and Production in the Early U.S.Cotton Textile Industry.” Journal of Economic History 44(4): 1033–1045.

Black,Sandra E.,and Lisa M.Lynch.2001.“How to Compete:The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity.” Review of Economics and Statistics 83(3): 434–445.

Blanchflower, David G., and Alex Bryson.2004.“The Union Wage Premium in the U.S.and the U.K.” Centre for Economic Performance Discussion Paper dp0612, London School of Economics and Political Science.Blind, Knut.2004.The Economics of Standards: Theory, Evidence, Policy.Cheltenham, UK: Edward Elgar.Blinder, Alan.2007.“How Many United States Jobs Might Be Offshorable?” Center for Economic Policy Studies (CEPS) Working Paper no.142.

Bloom, Nicholas, Benn Eifert, Aprajit Mahajan, David McKenzie, and John Roberts.2013.“Does Management Matter? Evidence from India.” Quarterly Journal of Economics 128(1): 1–51.

Boldrin, Michele, and David K.Levine.2013.“The Case against Patents.” Journal of Economic Perspectives 27(1): 3–22.

Boston Consulting Group.1972.Perspectives on Experience.Boston: Boston Consulting Group.

Braverman, Harry.1974.Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century.New York: Monthly Review Press.

Bresnahan, Timothy F., Erik Brynjolfsson, and Lorin M.Hitt.2002.“Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Form-Level Evidence.” Quarterly Journal of Economics 117(1): 339–376.

Bresnahan, Timothy F., and Shane Greenstein.1996.“Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers.” Brookings Papers on Economic Activity.Microeconomics: 1–83.

Bresnahan, Timothy F., and Manuel Trajtenberg.1995.“General Purpose Technologies ‘Engines of Growth’?” Journal of Econometrics

65(1): 83–108.

Bronfenbrenner, Martin.1960.“A Note on Relative Shares and the Elasticity of Substitution.” Journal of Political Economy 68(3): 284–287.

Brown,Martin,and Peter Philips.1986.“Craft Labor and Mechanization in Nineteenth-Century American Canning.” Journal of Economic History 46(3): 743–756.

Brynjolfsson, Erik, and Lorin M.Hitt.2000.“Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation, and Business Performance.” Journal of Economic Perspectives 14(4): 23–48.

Brynjolfsson, Erik, Lorin M.Hitt, and Shinkyu Yang.2002.“Intangible Assets: Computers and Organizational Capital.” Brookings Papers on Economic Activity.Macroeconomics: 137–198.

Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee.2014.TheSecondMachineAge:Work,Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.New York: W.W.Norton and Company.

Buchanan, James M., and Gordon Tullock.1962.The Calculus of Consent: Logical Foundations of Constitutional Democracy.Ann Arbor: University of Michigan Press.Bureau of the Census.1975.Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970.Washington, DC: U.S.Department of Commerce.

Bureau of Labor Statistics.2014.“Employment by Summary Education and Training Assignment, 2012 and Projected 2022.” http://www.bls.gov/emp/ep_table _education_summary.htm.

Cappelli, Peter.2008.“Schools of Dreams: More Education Is Not an Economic Elixir.” Issues in Science and Technology (Summer): 59–64.———.2012.Why Good People Can’t Get Jobs: The Skills Gap and What Companies Can Do about It.Philadelphia: Wharton Digital Press.Center on Education and the Workforce.2013.“Recovery: Job

Growth and Education Requirements through 2020." https://cew.georgetown.edu/recovery2020.

Century Foundation.2013.Bridging the Higher Education Divide.New York: The Century Foundation Press.http://tcf.org/assets/downloads/20130523-Bridging _the_Higher_Education_Divide-REPORT-ONLY.pdf.

Chandler, Alfred D.1990.Scale and Scope.Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

Chesbrough, Henry W.1999."The Organizational Impact of Technological Change: A Comparative Theory of National Institutional Factors." Industrial and Corporate Change 8(3): 447–485.

———.2003.Open Innovation: The New Imperative for Creating and Pro.ting from Technology.Boston: Harvard Business School Press.Chien, Colleen.2012."Start-ups and Patent Trolls." Santa Clara University School of Law Accepted Paper 09-12.http://ssrn.com/abstract=2146251.

Chin, Aimee, Chinhui Juhn, and Peter Thompson.2006."Technical Change and the Demand for Skills during the Second Industrial Revolution: Evidence from the Merchant Marine, 1891–1912." Review of Economics and Statistics 88(3): 572–578.

Christensen, Clayton M.1997.The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Forms to Fail.Boston: Harvard Business School Press.

Christensen, Clayton M., Jerome H.Grossman, and Jason Hwang.2009.The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Health Care.New York: McGraw-Hill.

Clark, Gregory.1987."Why Isn't the Whole World Developed? Lessons from the Cotton Mills." Journal of Economic History 47(1): 141–173.———.2008.A Farewell to films: A Brief Economic History of the World.Princeton, NJ: Princeton University Press.

Cohen, Wesley M., Richard Florida, Lucien Randazzese, and John P.Walsh.1998.“Industry and the Academy: Uneasy Partners in the Cause of Technological Advance.” In Challenges to Research Universities, edited by Roger Noll.Washington, DC: Brookings Institution Press, 171–200.

Cohen, Wesley M., Richard R.Nelson, and John P.Walsh.2000.“Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S.Manufacturing Forms Patent (or Not).” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w7552.

Comin, Diego A., and Martí Mestieri Ferrer.2013.“If Technology Has Arrived Everywhere, Why Has Income Diverged?” National Bureau of Economic Research Working Paper no.19010.

Costa, Dora L.2000.“From Mill Town to Board Room: The Rise of Women’s Paid Labor.” Journal of Economic Perspectives 14(4): 101–122.

Cotropia, Christopher Anthony, and Mark A.Lemley.2009.“Copying in Patent Law.” North Carolina Law Review 87: 1421–1466.

Cottrell, Thomas.1996.“Standards and the Arrested Development of Japan’s Microcomputer Software Industry.” In The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure, edited by David Mowery.New York: Oxford University Press.

Cowen, Tyler.2011.The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better.New York: Penguin.

———.2013.Average Is Over: Poffering America Beyond the Age of the Great Stagnation.New York: Penguin.

Cringely, Robert X.2012.“Steve Jobs: The Lost Interview.” Documentary film.https:// www.youtube.com/watch?

v = 2nMD6sjAe8I.

Darby, Michael R., and Lynne G.Zucker.2001.“Change or Die: The Adoption of Biotechnology in the Japanese and U.S.Pharmaceutical Industries.” Research on Technological Innovation, Management and Policy 7: 85–125.

Darby, Michael R., Lynne G.Zucker, and Andrew Wang.2004.“Joint Ventures, Universities, and Success in the Advanced Technology Program.” Contemporary Economic Policy 22(2): 145–161.

Darby, Michael R., Lynne G.Zucker, and I.I.Welch..2001.“Going Public When You Can in Biotechnology.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.8954.

David, Paul A.1970.“Learning by Doing and Tariff Protection: A Reconsideration of the Case of the Antebellum United States Cotton Textile Industry.” Journal of Economic History 30(3): 521–601.

———.1975.Technical Choice Innovation and Economic Growth: Essays on American and British Experience in the Nineteenth Century.Cambridge: Cambridge University Press.

———.1985.“Clio and the Economics of QWERTY.” American Economic Review 75(2): 332–337.———.1990.“The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox.” American Economic Review 80(2): 355–361.

David, Paul A., and Shane Greenstein.1990.“The Economics of Compatibility Standards: An Introduction to Recent Research.” Economics of Innovation and New Technology 1(1–2): 3–41.

David, Paul A., and Peter Solar.1977.“A Bicentenary Contribution to the History of the Cost of Living in America.” Research in Economic History 2: 1–80.

David, Paul A,.and Theo Van de Klundert.1965.“Biased Efficiency

Growth and Capital-Labor Substitution in the U.S., 1899–1960.” American Economic Review 55: 357–393.

David, Paul A., and Gavin Wright.1997.“Increasing Returns and the Genesis of American Resource Abundance.” Industrial and Corporate Change 6: 203–245.

Davis, Lance, and H.Louis Stettler III.1966.“The New England Textile Industry 1825–1860.” In Output, Employment, and Productivity in the United States after 1800.Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 213–238.

Deloitte Consulting.2014.“The 2014 MHI Annual Industry Report: Innovations That Drive Supply Chains.”

De Paula, Matthew.2005.“With Rising Teller Turnover, Banks Aim to Retain: Is Your Bank Keeping Its Tellers Happy?” American Banker, January 2, 2005.Desmet, Klaus, and Esteban Rossi-Hansberg.2009.“Spatial Growth and Industry Age.” Journal of Economic Theory 144: 2477–2502.

Desrochers, Donna M., and Jane V.Wellman.2011.Trends in College Spending 1999– 2009.Washington, DC: Delta Project on Postsecondary Education Costs, Productivity, and Accountability.http://www.deltacostproject.org/sites/default/.les / products/Trends2011_Final_090711.pdf.

Diamond, Jared M.1997.Guns, Gfirms, and Steel.New York: W.W.Norton.

Diamond, Peter, Daniel McFadden, and Miguel Rodriguez.1978.“Measurement of the Elasticity of Factor Substitution and Bias of Technical Change.” In Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications, edited by Melvyn Fuss and Daniel MacFadden.Vol.2.Amsterdam: North-Holland, 125–147.

Dickens, Charles.1842.“General Appearance of Mill Workers.” American Notes.Dosi, Giovanni.1982.“Technological Paradigms and

Technological Trajectories.” Research Policy 11: 147–162.

Dourado, Eli, and Alex Tabarrok.2013.“Public Choice and Bloomington School Perspectives on Intellectual Property.” Mercatus Center Working Paper no.13-23.George Mason University.

Dranove, David, Chris Forman, Avi Goldfarb, and Shane M.Greenstein.2012.“The Trillion Dollar Conundrum: Complementarities and Health Information Technology.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w18281.

Draper, William F.1903.“Continued Development of the Northrop Loom.” Transactions of the National Association of Cotton Manufacturers 74: 163.Drucker, Peter.2001.“The Next Society.” The Economist, November 1.http://www.economist.com/node/770819.Dublin, Thomas.1979.Women at Work: The Transformation of Work and Community in Lowell, Massachusetts, 1826–1860.New York: Columbia University Press.Du Maurier, George.1878.“Edison’s Telephonoscope (Transmits Light as well as Sound).” Punch, December 9, 1878.Dunlop, John T.1962.Automation and Technological Change: Report of the Twenty-first American Assembly.Englewood Cli.s, NJ: Prentice-Hall.

Eaglen, Mackenzie, and Julia Pollak.2012.“U.S.Military Technological Supremacy under Threat.” American Enterprise Institute.http://www.aei.org/papers/foreign-and-defense-policy/defense/us-military-technological-supremacy-under-threat/.

Edwards, Alba M.1943.Comparative Occupation Statistics of the United States, 1870 to 1940.16th Census of the United States,Population,U.S.Department of Commerce.Washington, DC: Government Printing O.ce, tables 9 and 10.

Eichengreen, Barry, Donghyun Park, and Kwanho Shin.2013.“Growth Slowdowns Redux: New Evidence on the Middle-Income Trap.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w18673.

Engels, Friedrich.1892.The Condition of the Working Class in En gland in 1844.London: George Allen and Unwin.

Epstein, Stephen.2004.“Property Rights to Technical Knowledge in Premodern Eu-rope, 1300–1800.” American Economic Review 94: 382–387.

Fairlie, Robert W., Kanika Kapur, and Susan Gates.2011.“Is Employer-Based Health Insurance a Barrier to Entrepreneur ship?” Journal of Health Economics 30(1): 146–162.

Fallick, Bruce, Charles A.Fleischman, and James B.Rebitzer.2006.“Job-Hopping in Silicon Valley: Some Evidence Concerning the Micro foundations of a High-Technology Cluster.” Review of Economics and Statistics 88(3): 472–481.

Farrell, Joseph, and Garth Saloner.1985.“Standardization, Compatibility, and Innovation.” RAND Journal of Economics 16(1): 70–83.

Feldman, Robin.2013.“Patent Demands and Start-up Companies: The View from the Venture Capital Community.” Working paper.http://ssrn.com/abstract=2346338.

F.G.A.1841.“Susan Miller.” Lowell O.ering, August 1841.Fine, Lisa M.1990.The Souls of the Skyscraper: Female Clerical Workers in Chicago, 1870–1930.Philadelphia: Temple University Press.Fischer,Timo,and Joachim Henkel.2012.“Patent Trollson Markets for Technology:An Empirical Analysis of NPEs’ Patent Acquisitions.” Research Policy 41(9): 1519–1533.

Fisk, Catherine L.2009.Working Knowledge: Employee Innovation and the Rise of Corporate Intellectual Property, 1800–1930.Chapel Hill: University of North Carolina Press.

Foray, Dominique.2004.The Economics of Knowledge.Cambridge, MA: MIT Press.

Foster, Andrew D., and Mark R.Rosenzweig.2010.“Microeconomics of Technology Adoption.” Annual Review of Economics 2(1): 395–424.

Fox-Grange, Wendy.1995.Scope of Practice: An Overview of 1995 Legislative Activity.Washington, DC: Intergovernmental Health Policy Project.

Freeman, Christopher.1987.Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan.London: Pinter Publishers.

Freeman, Richard B.1976.The Overeducated American.New York: Academic Press.Frei, Frances X.2006.“Breaking the Trade-O.between Efficiency and Service.”

Harvard Business Review 84(11): 93–101.

Frey, Carl Benedikt, and Michael A.Osborne.2013.“The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?” Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology working paper.http://www.futuretech.ox.ac.uk /sites/futuretech.ox.ac.uk/.les/ The_Future_of_Employment_OMS_Working _Paper_1.pdf.

Fritz, John.1912.The Autobiography of John Fritz.New York: American Society of Mechanical Engineers.

Garmaise,Mark J.2011.“Ties That Truly Bind:Noncompetition Agreements,Executive Compensation, and Form Investment.” Journal of Law, Economics, and Organization 27(2): 376–425.

Gartner, Scott Sigmund, Michael R.Haines, Alan L.Olmstead, Richard Sutch, and Gavin Wright.2006.Historical Statistics of the United States.Edited by Susan B.Carter.New York: Cambridge University Press.

Gawande, Atul.2002.Complications: A Surgeon’s Notes on an Imperfect Science.New York: Picador.

Gibb, George.1950.The Saco-Lowell Shops: Textile Machinery

Building in New England, 1813–1949.New York: Russell & Russell.Gilroy, Clinton G.1844.The Art of Weaving by Hand and by Power.New York: George D.Baldwin.

Gilson, Ronald J.1999.“The Legal Infrastructure of High Technology Industrial Districts: Silicon Valley, Route 128, and Covenants Not to Compete.” New York University Law Review 74: 575.

Goldin, Claudia D., and Lawrence F.Katz.2008.The Race between Education and Technology.Cambridge, MA: Harvard University Press.

Goldin, Claudia, and Kenneth Sokolo..1984.“The Relative Productivity Hypothesis of Industrialization: The American Case, 1820 to 1850.” Quarterly Journal of Economics 99(3): 461–487.

Gordon, Robert B.1988.“Who Turned the Mechanical Ideal into Mechanical Reality?” Technology and Culture 29(4): 744–778.

Gordon, Robert J.2014.“The Demise of U.S.Economic Growth: Restatement, Rebuttal, and Reffections.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w19895.

Gort, Michael, and Steven Klepper.1982.“Time Paths in the Diffusion of Product Innovations.” Economic Journal 92(367): 630–653.Graddy, Elizabeth.1991.“Toward a General Theory of Occupational Regulation.” Social Science Quarterly 72(4): 676–695.

Graham, Stuart, Robert Merges, Pamela Samuelson, and Ted Sichelman.2009.“High Technology Entrepreneurs and the Patent System: Results of the 2008 Berkeley Patent Survey.” Berkeley Technology Law Journal 24(4): 255–327.

Gray, Rowena.2013.“Taking Technology to Task: The Skill Content of Technological Change in Early Twentieth Century United States.” Explorations in Economic History 50(3): 351–367.

Greenstone, Michael, and Adam Looney.2011.“Where Is the Best

Place to Invest $102,000—In Stocks, Bonds, or a College Degree?" The Hamilton Project.http:// www.brookings.edu/research/ papers/2011/06/25-education-greenstone-looney.

Greif, Avner, and Murat Iyigun.2013."Social Organizations, Violence, and Modern Growth." American Economic Review 103(3): 534–538.Griffin, James M., and Paul R.Gregory.1976."An Intercountry Translog Model of Energy Substitution Responses." American Economic Review 66: 845–857.

Gruber, Jonathan, and Brigitte C.Madrian.1994."Health Insurance and Job Mobility: The Effects of Public Policy on Job-Lock." Industrial and Labor Relations Review 48(1): 86–102.

Gue, Kevin, Elif Akcali, Alan Erera, William Ferrell, and Gary Forger.2014."U.S.Roadmap for Material Handling and Logistics." http://www.mhlroadmap.org /index.html.

Gup, Benton E.2003.The Future of Banking.Westport, CT: Quorum Books.

Haber, Ludwig F.1969.The Chemical Industry during the Nineteenth Century: A Study of the Economic Aspect of Applied Chemistry in Europe and North America.Oxford: Clarendon Press.

Haltiwanger, John, Ian Hathaway, and Javier Miranda.2014."Declining Business Dynamism in the U.S.High-Technology Sector." Kansas City, MO: Ewing Marion Kau.man Foundation.

Hannan, Timothy H., and Gerald A.Hanweck.2008."Recent Trends in the Number and Size of Bank Branches: An Examination of Likely Determinants." Finance and Economics Discussion Series no.2008-02.Federal Reserve Board.

Hathaway, Ian, and Robert Litan.2014."Declining Business Dynamism in the United States: A Look at States and Metros." Economic Studies at Brookings, May.Brookings Institution.http://

www.brookings.edu/~/media/research/.les/papers/2014/05 / declining%20business%20dynamism%20litan/ declining_business_dynamism _hathaway_litan.pdf.

Henry, Matthew D., and John L.Turner.2006.“The Court of Appeals for the Federal Circuit’s Impact on Patent Litigation.” Journal of Legal Studies 35(1): 85–117.

Hillestad, R., J.Bigelow, A.Bower, F.Girosi, R.Meili, R.Scoville, and R.Taylor.2005.

“Can Electronic Medical Record Systems Transform Healthcare? An Assessment of Potential Health Benefits, Savings, and Costs.” Health A.airs 24(5): 1103–1117.Hollander, Samuel.1965.The Sources of Increased Efficiency: A Study of Dupont Rayon Plants.Cambridge, MA: MIT Press.Holzer, Harry J., Julia I.Lane, David B.Rosenblum, and Fredrik Andersson.2011.Where Are All the Good Jobs Going? New York: Russell Sage Foundation.

Hounshell, David Allen.1979.From the American System to Mass Production: The Development of Manufacturing Technology in the United States, 1850–1920.Newark: University of Delaware Press.

Houze, Herbert G., Carolyn C.Cooper, and Elizabeth Mankin Kornhauser.2006.Samuel Colt: firms, Art, and Invention.New Haven, CT: Yale University Press.

Humphris, Amy, Morris M.Kleiner, and Maria Koumenta.2011.“How Does Government Regulate Occupations in the U.K.and U.S.? Issues and Policy Implications.” In Employment in the Lean Years: Policy and Prospects for the Next Decade, edited by David Marsden.Oxford: Oxford University Press, 87–101.

Hyde, Alan.1998.“Silicon Valley’s High Velocity Labor Market.” Journal of Applied Corporate Finance 11(2): 28–37.Inglehart, Ronald, and Pippa Norris.2003.Rising Tide: Gender Equality and Cultural Change around the World.Cambridge: Cambridge University Press.Institute of Medicine.2000.To Err Is Human: Building a Safer

Health System.Washington, DC: National Academy Press.

Jacobson, Margaret, and Filippo Occhino.2012."Behind the Decline in Labor's Share of Income." Economic Trends, February 3.Federal Reserve Bank of Cleveland.http:// www.clevelandfed.org/ research/trends/2012/0212/01gropro.cfm.

Ja.e, Adam B., and Josh Lerner.2004.Innovation and Its Discontents: How Our Broken Patent System Is Endangering Innovation and Progress, and What to Do about It.Princeton, NJ: Princeton University Press.

Ja.e, Adam B., Manuel Trajtenberg, and Rebecca Henderson.1993."Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations." Quarterly Journal of Economics 108(3): 577–598.

Jardini, David.1995."From Iron to Steel: The Recasting of the Jones and Laughlins Workforce between 1885 and.1896." Technology and Culture 36(2): 271–301.Jensen, Richard, and Marie Thursby.2001."Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions." American Economic Review 91(1):.–259 240

Jewkes, John, David Sawers, and Richard Stillerman.1969.The Sources of Invention.New York: W.W.Norton.

Jovanovic, Boyan.1995."Learning and Growth." National Bureau of Economic Research Working Paper no.w5383.

———.1998."Vintage Capital and In equality." Review of Economic Dynamics 1(2):.497–530

Jovanovic, Boyan, and Yaw Nyarko.1995."A Bayesian Learning Model Fitted to a Variety of Empirical Learning Curves." Brookings Papers on Economic Activity.Microeconomics: 247–305.

Jovanovic, Boyan, and Peter L.Rousseau.2005."General Purpose Technologies." In Handbook of Economic Growth, edited by Philippe

Aghion and Steven Durlauf.Amsterdam: Elsevier, 1181–1224.

Karabarbounis, Loukas, and Brent Neiman.2014.“The Global Decline of the Labor Share.” Quarterly Journal of Economics 129(1): 61–103.Kennedy, John F.1962.Press conference, February 15.Reported in Automation and Technological Change: Report of the Twenty-first American Assembly, edited by John

T.Dunlop.Englewood Cli.s, NJ: Prentice-Hall.Ker, Ian.2012.G.K.Chesterton: A Biography.Oxford: Oxford University Press.Keynes, John Maynard.1933.“Economic Possibilities for Our Grandchildren (1930).”

Essays in Persuasion: 358–373.———.1936.The General Theory of Employment, Interest and Money.New York: Harcourt Brace.

Khan, Zorina B.2005.The Democratization of Invention: Patents and Copyrights in American Economic Development, 1790–1920.New York: Cambridge University Press.

Kieff, F.Scott.2000.“Property Rights and Property Rules for Commercializing Inventions.” Minnesota Law Review 85: 697.Kitch, Edmund W.1977.“The Nature and Function of the Patent System.” Journal of Law and Economics 20(2): 265–290.Kleiner, Morris M.2000.“Occupational Licensing.” Journal of Economic Perspectives 14(4): 189–202.———.2006.Licensing Occupations: Ensuring Quality or Restricting Competition? Kalamazoo, MI: W.E.Upjohn Institute for Employment Research.———.2013.Stages of Occupational Regulation: Analysis of Case Studies.Kalamazoo, MI: W.E.Upjohn Institute for Employment Research.

Kleiner, Morris M., and Alan B.Krueger.2013.“Analyzing the Extent and Influence of Occupational Licensing on the Labor Market.” Journal of Labor Economics 31(2): S173–S202.

Kleiner, Morris M., and Robert T.Kudrle.2000.“Does Regulation Affect Economic Outcomes? The Case of Dentistry.” Journal of Law and Economics 43(2): 547–582.

Kleiner, Morris M., Allison Marier, Kyoung Won Park, and Coady Wing.2014.“Relaxing Occupational Licensing Requirements: Analyzing Wages and Prices for a Medical Service.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.19906.

Klepper, Steven.1996.“Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle.” American Economic Review 86(3): 562–583.

Klepper, Steven, and Elizabeth Graddy.1990.“The Evolution of New Industries and the Determinants of Market Structure.” RAND Journal of Economics 21(1): 27–44.

Kocherlakota, Narayana.2010.“Inside the FOMC.” Speech in Marquette, Michigan, August 17.

Kravets, Leonid.2012.“Do Patents Really Matter to Startups? New Data Reveals Shifting Habits.” TechCrunch, June 21, 2012.http://techcrunch.com/2012/06/21 /do-patents-really-matter-to-start-ups-new-data-reveals-shifting-habits/.

Krueger, Alan B., and Lawrence H.Summers.1988.“Efficiency Wages and the Inter-Industry Wage Structure.” Econometrica 56(2): 259–293.Kulik, Gary, Roger N.Parks, and Theodore Z.Penn.1982.The New England Mill Village, 1790–1860.Cambridge, MA: MIT Press.Kuznets, Simon.1955.“Economic Growth and Income Inequality.” American Economic Review 45(1): 1–28.Kwolek-Folland, Angel.1994.Engendering Business: Men and Women in the Corporate O.ce, 1870–1930.Baltimore: Johns Hopkins University Press.Lach, Saul, and Mark Schankerman.2004.“Royalty Sharing and Technology Licensing in Universities.” Journal of the European Economic Association 2(2–3): 252–

264.

Lamoreaux, Naomi R., and Kenneth L.Sokolo..1999.“Inventors, Forms, and the Market for Technology in the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries.” In Learning by Doing in Markets, Forms, and Countries.Chicago: University of Chicago Press, 19–60.

Landes, David S.1969.The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present.Cambridge: Cambridge University Press.

———.1999.The Wealth and Poverty of Nations: Why Some Are So Rich and Some So Poor.New York: W.W.Norton.Lane, Frederic C.1951.Ships for Victory: A History of Shipbuilding under the U.S.

Maritime Commission in World War II.Baltimore: Johns Hopkins University Press.Larcom, Lucy.1889.A New England Girlhood.Vol.9.Boston: Houghton, Mi.in.Layer, Robert George.1955.Earnings of Cotton Mill Operatives, 1825–1914.Cambridge,

MA: Committee on Research in Economic History.Lazonick, William, and Thomas Brush.1985."The "Horndal Effect" in Early U.S.Manufacturing." Explorations in Economic History 22(1): 53–96.Lazowska, Edward D., and David A.Patterson.2005."An Endless Frontier Postponed." Science 308(5723): 757.

Lebergott, Stanley.1960."Wage Trends, 1800–1900." In Trends in the American Economy in the Nineteenth Century.Princeton, NJ: Princeton University Press, 449–

500.Lemley, Mark A.2011."The Myth of the Sole Inventor." Michigan Law Review 110: 709.Lenway, Stefanie, Randall Morck, and Bernard Yeung.1996."Rent Seeking,

Protectionism, and Innovation in the American Steel Industry." Economic Journal 106(435): 410–421.

Lerner, Josh.2009.Boulevard of Broken Dreams: Why Public E.orts to Boost Entrepreneurship and Venture Capital Have Failed—and What to Do about It.Prince-ton, NJ: Princeton University Press.

Lessig, Lawrence.2011.Republic, Lost: How Money Corrupts Congress—and a Plan to Stop It.New York: Twelve.

Leunig, Timothy.2003.“Piece Rates and Learning: Understanding Work and Production in the New England Textile Industry a Century Ago.” Working paper no.22360.London School of Economics and Political Science, Department of Economic History.

Levin, Richard C., Alvin K.Klevorick, Richard R.Nelson, Sidney G.Winter, Richard Gilbert, and Zvi Griliches.1987.“Appropriating the Returns from Industrial Research and Development.” Brookings Papers on Economic Activity 3: 783–831.

Lewis, H.Gregg.1963.Unionism and Relative Wages in the United States.Chicago: University of Chicago Press.———.1986.Union Relative Wage Effects: A Survey.Chicago: University of Chicago Press.

Liang, I.Nellie, and Jonathan D.Ogur.1987.“Restrictions on Dental Auxiliaries: An Economic Policy Analysis.” Bureau of Economics Sta.Report.Washington, DC: Federal Trade Commission.

Lindsey, Brink, David T.Griswold, and Aaron Lukas.1999.“The Steel ‘Crisis’ and the Costs of Protectionism.” Washington, DC: Center for Trade Policy Studies, Cato Institute.

Litman, Jessica.1996.“Revising Copyright Law for the Information Age.” Oregon

Law Review 75: 19.———.2006.Digital Copyright.Amhfirst, NY: Prometheus Books.Lobel, Orly.2014.Talent Wants to Be Free.New Haven, CT: Yale University Press.———.Forthcoming.“The New Cognitive Property: Human Capital Law and the

Reach of Intellectual Property.” Texas Law Review.Longman, Phillip.2005.“The Best Care Anywhere.” Washington Monthly.http://www.washingtonmonthly.com/features/2005/0501.longman.html.

Love, Brian J.2013.“An Empirical Study of Patent Litigation Timing: Could a Patent Tfirm Reduction Decimate Trolls without Hfirming Innovators?” University of Pennsylvania Law Review 161: 1309.

Lucas, Robert E.1988."On the Mechanics of Economic Development." Journal of Monetary Economics 22(1): 3–42.Lyman, Henry B.1861."Transaction of the Rhode Island Society for the Encouragement of Domestic Industry." Cited in William R.Bagnall, The Textile Industries of the

United States: Including Sketches and Notices of Cotton, Woolen, Silk, and LinenManufacturers in the Colonial Period.Vol.1.Cambridge, MA: Riverside Press, 1893.

Lynch, Lisa M.2007."The Adoption and Diffusion of Organizational Innovation: Evidence for the U.S.Economy." Institute for the Study of Labor Discussion Paper no.2819.

Lynn, Barry C., and Phillip Longman.2010."Who Broke America's Jobs Machine?" Washington Monthly (March/April).http://www.washingtonmonthly.com/features /2010/1003.lynn-longman.html.

Lynn, Leonard.1981."New Data on the Diffusion of the Basic Oxygen Furnace in the U.S.and Japan." Journal of Industrial Economics 30(2): 123–135.Lynskey, Michael J.2004."Determinants of Innovative Activity in Japanese Technology-Based Start-Up Forms." International Small Business Journal 22(2): 159–

196.Lyons, John.1989."Family Response to Economic Decline: Handloom Weavers in Early Nineteenth-Century Lancashire." Research in Economic History 12: 45–91.Machlup, Fritz.1962.The Production and Distribution of Knowledge in the United States.Vol.278.Princeton, NJ: Princeton University Press.Machlup, Fritz, and Edith Penrose.1950."The Patent Controversy in the Nineteenth Century." Journal of Economic History 10(1): 1–29.MacLeod, Christine.1988.Inventing the Industrial Revolution: The English Patent System, 1660–1800.Cambridge: Cambridge University Press.

———.1998."James Watt, Heroic Invention and the Idea of the Industrial Revolution." In Technological Revolutions in Europe:

Historical Perspectives, edited by Maxine Berg and Kristine Bruland.Cheltenham, UK: Edward Elgar, 109–110.

———.2007.Heroes of Invention: Technology, Liberalism, and British Identity, 1750– 1914.Cambridge: Cambridge University Press.Maddison, Angus.1991.Dynamic Forces in Capitalist Development: A Long-Run Comparative View.Oxford: Oxford University Press.Magliocca, Gerard N.2006."Blackberries and Barnyards: Patent Trolls and the Perils of Innovation." Notre Dame Law Review 82: 1809.Mak, James, and Gary M.Walton.1972."Steamboats and the Great Productivity Surge in River Transportation." Journal of Economic History 32: 619–640.Mann, Ronald J., and Thomas W.Sager.2007."Patents, Venture Capital, and Software Start-Ups." Research Policy 36(2): 193–208.

Manpower Group.2013."Talent Shortage Survey Research Results." http:// www.manpowergroup.com/wps/wcm/ connect/587d2b45-c47a-4647-a7c1-e7a74f68f b85/2013 _Talent _Shortage _Survey_Results_US _high + res.pdf?MOD = AJPERES.

Mansfield, Edwin.1961."Technical Change and the Rate of Imitation." Econometrica 29(4): 741–766.

Mantoux, Paul.1983.The Industrial Revolution in the Eighteenth Century: An Outline of the Origins of the Modern Factory System in England.London: Methuen and Co.Marglin, Stephen.1974."What Do Bosses Do?" Review of Radical Political Economics 6(2): 60–112.

Marx, Karl.(1867) 1990.Capital.London: Penguin.

Marx, Matt.2011."The Form Strikes Back: Non-compete Agreements and the Mobility of Technical Professionals." American Sociological Review 76(5): 695–712.

Marx, Matt, Deborah Strumsky, and Lee Fleming.2009."Mobility, Skills, and the Michigan Non-Compete Experiment." Management Science 55(6): 875–889.

McGaw, Judith A.1987.Most Wonderful Machine: Mechanization and Social Change in Berkshire Paper Making, 1801–1885.Princeton, NJ: Princeton University Press.

McGouldrick, Paul F.1968.New England Textiles in the Nineteenth Century: Pro.ts and Investment.Cambridge, MA: Harvard University Press.

McKenzie, Richard B., and Stephen D.Smith.1987."Protectionism Warranted?" Cato Journal 6(3): 731–746.

McKieff, Mary.2012."Circular Reasoning." Defense Standardization Program Journal (October/December): 8–13.http:// www.dsp.dla.mil/APP_UIL/content/newsletters.pdf.12-10-/ DSPJlourna j/

Meisenzahl, Ralf, and Joel Mokyr.2011.The Rate and Direction of Invention in the British Industrial Revolution: Incentives and Institutions.National Bureau of Economic Research Working Paper no.w16993.

Merton, Robert K.1961."Singletons and Multiples in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science." Proceedings of the American Philosophical Society 105(5):.470–486

Meyer, David R.2006.Networked Machinists: High-Technology Industries in Antebellum America.Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Meyer, Peter.2003."Episodes of Collective Invention." U.S.Bureau of Labor Statistics Working Paper no.368.

———.2013."The Airplane as an Open Source Invention." Revue Economique 64(1): 115–132.

Miller, Shawn P..2012."Where's the Innovation? An Analysis of the Quantity and Qualities of Anticipated and Obvious Patents." Working paper.Social Science Research Network, February 10.http://

ssrn.com/abstract=2029263.

———.forthcoming.“Do ‘Fuzzy’ Software Patent Boundaries Explain High Claim Construction Reversal Rates?” Stanford Technology Law Review 17.

Minetaki, Kazunori, and Kazuyuki Motohashi.2009.“Subcontracting Structure and Productivity in the Japanese Software Industry.” Review of Socionetwork Strategies 3: 51–65.

Mohanty, Gail Fowler.1988.“Experimentation in Textile Technology, 1788–1790, and Its Impact on Handloom Weaving and Weavers in Rhode Island.” Technology and Culture 29(1): 1–31.

Mokyr, Joel.1999.The British Industrial Revolution.2nd ed.Boulder, CO: Westview Press.———.2002.The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy.Princeton, NJ: Princeton University Press.———.2009.The Enlightened Economy: An Economic History of Britain, 1700–1850.New Haven, CT: Yale University Press.

Montgomery, David.1989.The Fall of the House of Labor: The Workplace, the State, and American Labor Activism, 1865–1925.Cambridge: Cambridge University Press.Montgomery, James.1840.A Practical Detail of the Cotton Manufacture of the United States of America.Glasgow: John Niven.

Moore, Michael O.1996.“The Rise and Fall of Big Steel’s Influence on U.S.Trade Policy.” In The Political Economy of Trade Protection, edited by Anne O.Krueger.Chicago: University of Chicago Press, 15–34.

Morris, William.1883.“Art, Wealth, and Riches: An Address Delivered at a Joint Conversazione of Manchester Societies at The Royal Institution Manchester 6th March.1883.” In The Collected Works of William Morris (1915).London: Longmans, Green and Company, 143–163.

Moscarini, Giuseppe, and Kaj Thomsson.2007.“Occupational and Job Mobility in the U.S.” Scandinavian Journal of Economics 109(4): 807–836.

Moser, Petra.2005.“How Do Patent Laws Influence Innovation? Evidence from Nineteenth Century World’s Fairs.” American Economic Review 95(4): 1214– 1236.

———.2011.“Do Patents Weaken the Localization of Innovations? Evidence from World’s Fairs.” Journal of Economic History 71(2): 363–382.Mowery, David.1992.“The U.S.National Innovation System: Origins and Prospects for Change.” Research Policy 21(2): 125–144. ———.2013.“Public Procurement and Innovation in the Post-1945 U.S.Economy.” Report for the Expert Group on Innovation and Growth, European Commission.

Mowery, David, and Timothy Simcoe.2002.“Is the Internet a U.S.Invention?—An Economic and Technological History of Computer Networking.” Research Policy 31(8): 1369–1387.

Mullin, Joe.2014.“How the Patent Trolls Won in Congress.” Ars Technica, May 23.http://firstechnica.com/tech-policy/2014/05/how-the-patent-trolls-won-in-congress/.

Nalbantian, Haig R., and Anne Szostak.2004.“How Fleet Bank Fought Employee Flight.” Harvard Business Review (April): 116–125.Nard, Craig Allen, and John F.Duffy.2007.“Rethinking Patent Law’s Uniformity Principle.” Northwestern University Law Review 101: 1619.National Stenographer.1890.“The New Hammond.” National Stenographer 1 (August 1890): 319.Nelson, Daniel.1987.“Mass Production and the U.S.Tire Industry.” Journal of Economic History 47(2): 329–339.

Nelson, Richard R., Merton J.Peck, and Edward D.Kalachek.1967.Technology, Economic Growth, and Public Policy: A Rand Corporation and Brookings Institution Study.Washington, DC: Brookings Institution.

Nelson, Richard R., and Sidney G.Winter.1977.“In Search of a Useful Theory of Innovation.” Research Policy 6: 36–76.

y ———.1982.An Evolutionary Theory of Economic Change.Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

Nuvolari, Alessandro.2004.“Collective Invention during the British Industrial Revolution: The Case of the Cornish Pumping Engine.” Cambridge Journal of Economics 28(3): 347–363.

Nuvolari, Alessandro, and Bart Verspagen.2007.“Lean’s Engine Reporter and the Development of the Cornish Engine: A Reappraisal.” Transactions of the Newcomen Society 77: 167–189.

Nuwer, Michael.1988.“From Batch to Flow: Production Technology and Work-Force Skills in the Steel Industry, 1880–1920.” Technology and Culture 29(4): 808–838.

OECD.2006.“Information Technology Outlook 2006.” Paris: OECD Publishing.

———.2013.Education at a Glance 2013: OECD Indicators.Paris: OECD Publishing.http://dx.doi.org/10.1787/eag-2013-en.Olmstead, Alan L., and Paul W.Rhode.2008.Creating Abundance.Cambridge: Cambridge University Press.Olson, Mancur.1965.The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups.Cambridge, MA: Harvard University Press.Oz, E.y.1998.“Acceptable Protection of Software Intellectual Property: A Survey of Software Developers and Lawyers.” Information & Management 34(3): 161–173.

Parker, Robert P., and Bruce T.Grimm.2000.“Recognition of Business and Government Expenditures for Software as Investment: Methodology and Quantitative Impacts, 1959–98.” Bureau of Economic Analysis working paper no.0002.http://www.bea.gov/papers/pdf/software.pdf.

Piketty, Thomas.2014.Capital in the Twenty-first Century.Cambridge, MA: Harvard University Press.

Pine, Art.2011.“OPEN to Wild Ideas.” ASEE Prism 20(5): 29–33.

Pisano, Gary P., and Willy C.Shih.2012.“Does America Really Need Manufacturing? Yes, When Production Is Closely Tied to Innovation.” Harvard Business Review 90(3): 94.

Png, Ivan.2012a.“Law and Innovation: Evidence from State Trade Secrets Laws.” Working paper.Social Science Research Network, June 15.http://ssrn.com/abstract =1755284.

———.2012b.“Trade Secrets, Non-Competes, and Mobility of Engineers and Scientists: Empirical Evidence.” Working paper, Social Science Research Network, August 21.http://ssrn.com/abstract=1986775.

Png, Ivan, and Sampsa Samila.2013.“Trade Secrets Law and Engineer/Scientist Mobility: Evidence from ‘Inevitable Disclosure.’” Working paper.https://www.law.northwestern.edu/research-faculty/searlecenter/events/entrepreneur/documents /Png_Samila_Inevitable_Disclosure.pdf.

PriceWaterhouseCoopers.2013.“Patent Litigation Study.” http://www.pwc.com/us /en/forensic-services/publications/2013-patent-litigation-study.jhtml.

Rifkin, Jeremy.1995.The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the

Dawn of the Post-Market Era.New York: Putnam.Risch, Michael.2012.“Patent Troll Myths.” Seton Hall Law Review 42: 457.Robinson, Harriet Hanson.1898.Loom and Spindle or Life amongst the Early Mill Girls.

Carlisle, MA: Applewood Books.

Rockwell, Julius Ensing.1893.Shorthand Instruction and Practice.BureauofEducation, Circular of Information no.1, 1893, Whole number 192.Washington, DC: U.S.Government Printing O.ce.

Rodgers, Daniel T.1978.The Work Ethic in Industrial America, 1850–1920.Chicago:University of Chicago Press.

Rogers, Everett M.1962.Diffusion of Innovations.New York: Simon and Schuster.

Romer, Paul M.1990.“Endogenous Technological Change.” Journal of Political Economy 98(5): S71–102.

Rosen, Sherwin.1981.“The Economics of Superstars.” American Economic Review 71(5): 845–858.

Rosenberg,Nathan.1979.“Technological Interdependence in the American Economy.” Technology and Culture 20(1): 25–50. ———.1982.Inside the Black Box: Technology and Economics.Cambridge: Cambridge University Press.

Rosenberg, Nathan, and W.E.Steinmueller.2012.“Engineering Knowledge.” Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion Paper no.11-022.

Rosenberg, Nathan, and Manuel Trajtenberg.2004.“A General Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late-Nineteenth-Century United States.” Journal of Economic History 64(1): 61–99.

Rosenzweig, Mark R.1995.“Why Are There Returns to Schooling?” American

Economic Review 85(2): 153–158.Rossi, William A.1977.The Sex Life of the Foot and Shoe.London: Routledge & K.Paul.Rothstein, Jesse.2012.“The Labor Market Four Years into the Crisis: Assessing

Structural Explanations.” National Bureau of Economic Research Working Paper no.w17966.

Rowthorn, Robert, and Ramana Ramaswamy.1998.“Growth, Trade, andDeindustrialization.” International Monetary Fund Working Paper no.98/60.Ruggles, Steven, J.Trent Alexander, Katie Genadek,

Ronald Goeken, Matthew

B.Schroeder, and Matthew Sobek.2010.Integrated Public Use Microdata Series: Version 5.0 [Machine-readable database].Minneapolis: University of Minnesota.

Ruttan, Vernon W.2006.Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development.Oxford: Oxford University Press.Saez, Emanuel, and Thomas Piketty.2003.“Income In equality in the United States, 1913–1998.” Quarterly Journal of Economics 118(1): 1–39.Salzman, Hal, Daniel Kuehn, and B.Lindsay Lowell.2013.“Guestworkers in the High-

Skill U.S.Labor Market: An Analysis of Supply, Employment, and Wage Trends.” Economic Policy Institute Brie.ng Paper no.359.

Samila, Sampsa, and Olav Sorenson.2011.“Noncompete Covenants: Incentives to Innovate or Impediments to Growth.” Management Science 57(3): 425–438.

Samuels, Linda B., and Bryan K.Johnson.1990.“The Uniform Trade Secrets Act: The States’ Response.” Creighton Law Review 24: 49–98.

Samuelson, Pamela, Michel Denber, and Robert J.Glushko.1992.“Developments on the Intellectual Property Front.” Communications of the ACM 35(6): 33–39.

Saxenian, AnnaLee.1996.Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128.Cambridge, MA: Harvard University Press.———.2006.The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy.

Cambridge, MA: Harvard University Press.Saxonhouse, Gary, and Gavin Wright.1984.“Two Forms of Cheap Labor in Textile History.” In Technique, Spirit and Form in the Making of the Modern Economies: Essays in Honor of William N.Parker, edited by Gary Saxonhouse and Gavin Wright.Greenwich, CT: JAI Press, 271–300.

Scherer, Frederic M.2009.“The Political Economy of Patent Policy Refirm in the United States.” Journal on Telecommunications and High Technology Law 7: 167.

Schorsch, Louis L.1996.“Why Minimills Give the U.S.Huge Advantages in Steel.” McKinsey Quarterly 2: 44–55.

Schrader, Stephan.1991.“Informal Technology Transfer between Forms: Cooperation through Information Trading.” Research Policy 10: 153–170.

Scotchmer,Suzanne.1991.“StandingontheShouldersofGiants:CumulativeR and the Patent Law.” Journal of Economic Perspectives 5: 29–41. ———.2004.Innovation and Incentives.Cambridge, MA: MIT Press.Scranton, Philip.1984.Proprietary Capitalism: The Textile Manufacture at Philadelphia, 1800–1885.New York: Cambridge University Press.

Shlakman, Vera.(1935) 1969.Economic History of a Factory Town: A Study of Chicopee, Massachusetts.New York: Octagon Books.Sichelman, Ted.2009.“Commercializing Patents.” Stanford Law Review 62: 341.

Sidorov, Jaan.2006.“It Ain’t Necessarily So: The Electronic Health Record and the Unlikely Prospect of Reducing Health Care Costs.” Health A.airs 25(4): 1079–1085.

Simcoe, Timothy, and Michael W.To.el.2012.“Public Procurement and the Private Supply of Green Buildings.” Harvard Business School Working Paper no.13-030.

Smeets, Roger.2014.“Does Patent Litigation Reduce Corporate R&D? An Analysis of U.S.Public Forms.” Working paper.Social Science Research Network, April

28.http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?
abstract_id=2443048.

Smith,Merritt Roe.1985.“Army Ordnance and the ‘American System’ of Manufacturing, 1815–1861.” In Military Enterprise and Technological Change, edited by Merritt Roe Smith.Cambridge, MA: MIT Press, 39–86.

Sokolo., Kenneth.1984.“Was the Transition from the Artisanal Shop to the Non-Mechanized Factory Associated with Gains in Efficiency? Evidence from the U.S.Manufacturing Censuses of 1820 and.1850.” Explorations in Economic History 21 (October): 351–382.

Solow, Robert M.1956.“A Contribution to the Theory of Economic Growth.” Quarterly Journal of Economics 70(1): 65–94. ———.1957.“Technical Change and the Aggregate Production Function.” Review of Economics and Statistics 39(3): 312–320.Stiglitz, Joseph.2013.The Price of Inequality: How Today’s Divided Society Endangers Our Future.New York: W.W.Norton and Company.

Stone, Charley, Carl Van Horn, and Cli.Zukin.2012.“Chasing the American Dream: Recent College Graduates and the Great Recession.” Worktrends Report, Rutgers University.

Stowsky, Jay.2004.“Secrets to Shield or Share? New Dilemmas for Military R&D Policy in the Digital Age.” Research Policy 33(2): 257–269.Suárez, Fernando F., and James M.Utterback.1995.“Dominant Designs and the Survival of Forms.” Strategic Management Journal 16(6): 415–430.

Teece, David J.1977.“Technology Transfer by Multinational Forms: The Resource Cost of Transferring Technological Know-How.” Economic Journal 87(346): 242–261.Temin, Peter.1964.Iron and Steel in Nineteenth-Century America: An Economic Inquiry.

Cambridge, MA: MIT Press.Thompson, Peter.2001.“How Much Did the Liberty Shipbuilders Learn? New Evidence for an Old Case Study.” Journal of Political Economy 109(1): 103–137.

———.2009.“Learning by Doing.” In Handbook of Economics of Technical Change, edited by Bronwyn Hall and Nathan

Rosenberg.Amsterdam: Elsevier/North-Holland, 429–476.

Thomson, Ross.1987."Learning by Selling and Invention: The Case of the Sewing Machine." Journal of Economic History 47(2): 433–445.———.2009.Structures of Change in the Mechanical Age: Technological Innovation in the United States, 1790–1865.Baltimore: Johns Hopkins University Press.

———.2012."The Government and Innovation in the United States: Insights from Major Innovators." Business and Economic History Online 10.http://www.thebhc.org/publications/BEHonline/2012/thomson.pdf.

Tilton, John.1971.The International Diffusion of Technology: The Case of Transistors.Washington, DC: Brookings Institution Press.

Triplett, Jack, and Barry Bosworth.2003."Productivity Measurement Issues in Ser-vice Industries: 'Baumol's Disease' Has Been Cured." Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review (September).

Tryon, Rolla Milton.1917.Household Manufactures in the United States, 1640–1860.Chicago: University of Chicago Press.Tucker, Catherine.2011."Patent Trolls and Technology Diffusion." Working paper..249–279

http://ebusiness.mit.edu/research/papers/2011.12_Tucker_Patent%20trolls%20 and%20Techonology%20Diffusion_305.pdf.

———.2014."The Effect of Patent Litigation and Patent Assertion Entities on Entrepreneurial Activity." Working paper.Social Science Research Network, June

22.http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2457611.

U.S.Department of Commerce.2012."The Benefits of Manufacturing Jobs." Economics and Statistics Administration (ESA)

Issue Brief no.01-12.http://www.esa.doc.gov/sites/default/.les/reports/documents/1thebenefitsofmanufacturing jobs.nal5912.pdf.

Ussfilman, Steven W.2009.“Unbundling IBM: Antitrust and the Incentives to Innovation in American Computing.” In The Challenge of Remaining Innovative: Insights from Twentieth Century American Business, edited by Sally H.Clarke, Naomi

Lamoreaux, and Steven W Ussfilman.Stanford, CA: Stanford University Press,

Utterback, James M.1996.Mastering the Dynamics of Innovation.Boston: Harvard Business School Press.Utterback, James M., and William J.Abernathy.1975.“A Dynamic Model of Process and Product Innovation.” Omega 3(6): 639–656.Vernon, Raymond.1966.“International Investment and International Trade in the Product Cycle.” Quarterly Journal of Economics 80(2): 190–207.

Vinge, Vernor.1993.“The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era.” Originally published in Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace, edited by G.A.Landis.NASA Publication CP-10129, 11–22.http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/singularity.html.

von Hippel, Eric.1987.“Cooperation between Rivals: Informal Know-How Trading.” Research Policy 16(6): 291–302.

———.1988.The Sources of Innovation.New York: Oxford University Press.

———.2005.Democratic Innovation.Cambridge, MA: MIT Press.

von Tunzfilmann, G.N.1978.Steam Power and British Industrialization to 1860.Vol.

295.Oxford: Clarendon Press.Wadsworth, Alfred P., and Julia De Lacy Mann.1931.The Cotton Trade and Industrial Lancashire, 1600–1780.Manchester: Manchester University Press.Wallace, Anthony

F.C.1978.Rockdale: The Growth of an American Village in the Early Industrial Revolution.New York: Alfred A.Knopf.

Wanchek, Tanya.2010.“Dental Hygiene Regulation and Access to Oral Healthcare: Assessing the Variation across the U.S.States.” British Journal of Industrial Relations 48(4): 706–725.

Ware, Caroline F.1931.The Early New England Cotton Manufacture: A Study in Industrial Beginnings.Boston: Houghton Mi.in.Warsh, David.2007.Knowledge and the Wealth of Nations: A Story of Economic Discovery.New York: W.W.Norton.

Weber, Max.1930.The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism.Translated by Talcott Parsons.London: George Allen and Unwin.

West, Joel.2008.“Commercializing Open Science: Deep Space Communications as the Lead Market for Shannon Theory, 1960–73.” Journal of Management Studies 45(8): 1506–1532.

Williamson, Je.rey G.1985.Did British Capitalism Breed Inequality? Boston: Allen and Unwin.Winter, Sidney G.1984.“Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes.” Journal of Economic Behavior and Orga ni zation 5: 287–320.

Womack, James P., Daniel T.Jones, and Daniel Roos.1990.The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production: How Japan’s Secret Weapon in the Global Auto Wars Will Revolutionize Western Industry.New York: Rawson Associates.

Wright, Gavin.2007.“Historical Foundations of American Technology.” Economics Program Working Papers 08-10.The Conference Board.http://web.stanford.edu /~write/papers/Historical %20FoundationsR.pdf.

Yglesias, Matthew.2012.“Workers Are Losing Out Globally.” Slate, December 11.http://www.slate.com/blogs/moneybox/2012/12/11/

workers_are_losing_out_globally.html.

Zeitz, Peter.2013."Do Local Institutions Affect All Foreign Investors in the Same Way? Evidence from the Interwar Chinese Textile Industry." Journal of Economic History 73(1): 117–141.

Zevin, Robert.1971."The Growth of Cotton Textile Production after 1815." In The Reinterpretation of American Economic History, edited by Robert Fogel and Stanley Engfirman.New York: Harper and Row, 122–147.

Zucker, Lynne G., Michael R.Darby, and Je.S.Armstrong.1998."Geographically Localized Knowledge: Spillovers or Markets?" Economic Inquiry 36(1): 65–86.

———.2001."Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Form Performance in Biotechnology." National Bureau of Economic Research Working Paper no.8499.

Zucker, Lynne G., Michael R.Darby, and M.B.Brewer.1998."Intellectual Human Capital and the Birth of U.S.Biotechnology Enterprises." American Economic Review 88(1): 290–306.